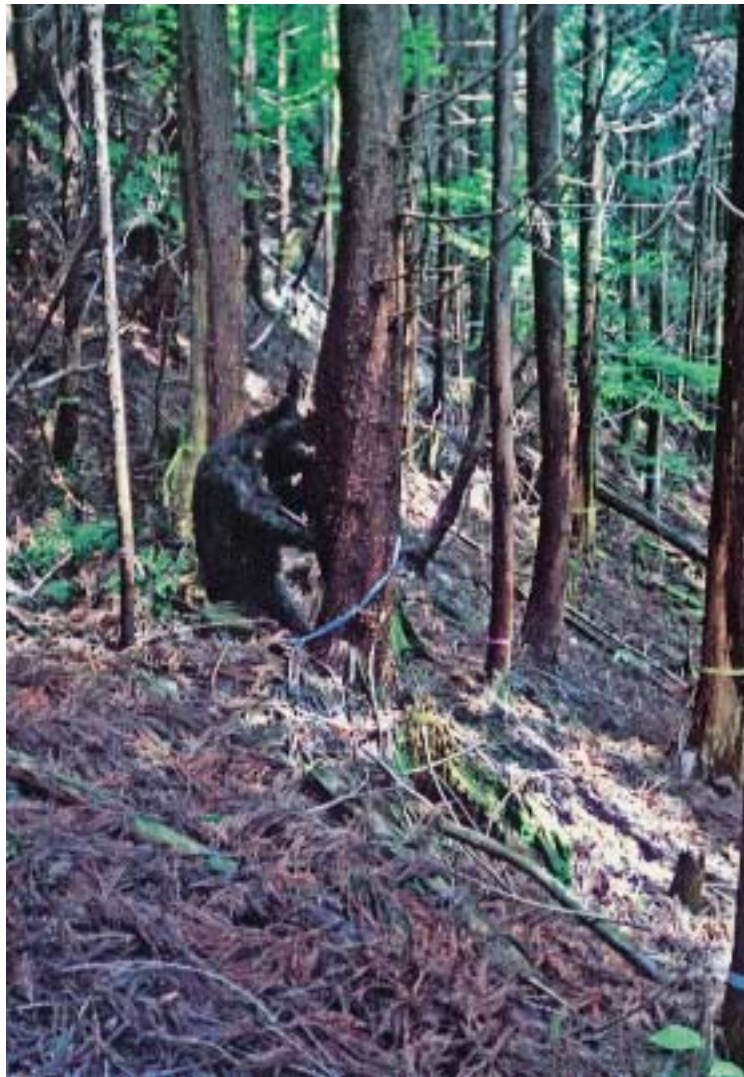


森林

FOREST PESTS

防疫



目次

総説

森林性甲虫の音響コミュニケーション—オオキノコムシ類とカシノナガキクイムシ—
[大谷英児] 3

クロマダラソテツシジミの文献目録とそれから得られた知見
[岩 智洋・図師朋弘・楨原 寛] 16

論文

ヒマラヤスギのペスタロチア病（新称）
[小川道子・小林享夫・夏秋啓子・古川聡子] 27

マツカレハ幼虫を捕殺するコモ巻き周辺で越冬する昆虫類とクモ類
[諸岡紗織・坂本友紀・岸 洋一] 31

都道府県だより：高知県 36

森林病虫獣害発生情報：平成21年3月受理分 37

林野庁だより：人事異動 37

森林防疫ジャーナル：(独)森林総合研究所生物関連人事異動 37

ベトナムの森林病虫獣害・いきもの多様性(3) 38



A



B

[表紙写真] スギを剥皮中のツキノワグマと剥皮痕

写真A：23年生スギを今まさに剥皮しようとするツキノワグマ

平成20年5月14日13時12分の真昼、ツキノワグマ（以下、クマと表現）による剥皮の瞬間である。山側にクマが座り込み(座高1 m)、顔をこちらにひねって、樹皮に噛みつき引っ張ったため、樹皮が膨れた状態になっているが確認できる。撮影はセンサーカメラfieldnoteを使用、撮影距離は5mである。

この森林は奈良県吉野郡黒滝村赤滝地内の23年生のスギである。全く除間伐がされていない放置森林のため、昼間も周囲の森林よりも暗い。平成18年4月にクマハギ発生の連絡を受けてから、毎年5月から7月までに、10日間隔でクマハギ調査を行っている。19年は5月の連休あけから月末までに発生確認が2回で、計78本の被害が発生、20年も、5月に3回確認、計27本が剥皮された。

写真B：剥皮後、15日経過した被害痕

5月30日に撮影したもので、胸高直径24cm、剥皮の幅は20cm、剥皮痕の2mの高さに爪痕があり、体長が推定できる。すでに黒いカビの発生が認められ、表面のみずみずしさも失われている。剥皮後7日経過した21日では、水分も多く、カビの発生も認められなかった。クマを撮影したカメラが確認できる（矢印の部分）。

(奈良県森林技術センター 木南 正美)

総説

森林性甲虫の音響コミュニケーション —オオキノコムシ類とカシノナガキクイムシ—

大谷 英児¹

昆虫の鳴き声といえば、古くはアリストテレスの頃から、コオロギやセミなど野外で賑やかに「鳴く虫」のそれと相場が決まっていた。しかし耳を澄ましてみれば、この広い地球は実に多様な音響（振動）コミュニケーションで満ち溢れていることに気づくであろう。ここで「耳を澄ます」という行為には、ふたつの意味がある。高感度マイクで微小な音を聴くということと、超音波マイクでヒトの可聴域を超えた音を聴くということである。本論では、この前者の高感度マイクでなければ探りえない森林内の微小な甲虫の微細な音響コミュニケーションについて述べる。しかしそのまえに昆虫全般のそれについて概説しておこう。

1. 発音方法

Ewing (1989) は昆虫の発音方法を、そのメカニズムから次の5つのカテゴリーに分類した。

振動 打撃 クリック 空気破裂 摩擦

この分類ですべての昆虫の発音方法を網羅しているわけではないし、これらを複数使う昆虫もいる。

振動 Vibration

すべての昆虫の発音は体の特定部分の振動による。しかしここには比較的非特定の部分によるもの、すなわち多くの場合、腹部全体の前後あるいは左右方向の往復運動による「震動」(tremulation)の結果生じる音を含む。このような音はたいていその虫が歩いたり立ったりしている基質に、脚を介して伝播する。そのためこれは基質を介した振動として感知される。このような信号はコナジラミ (Kanmiya, 1996) やクサカゲロウ (Henry, 1979) など様々な昆虫で報告されている。

飛翔による羽音は避けたいが、この音を交信に用いている昆虫も多い。蚊柱の音は、しばしば種特異的なことが知られているが、種の識別機能があるものもある。ショウジョウバエの仲間が低周波の羽音を配偶行動に利用していることは有名だ。このハエの翅は空気分子そのものを振動させることによって、至近距離の相手の触角にある音受容器を興奮させることが知られている (Bennet-Clark, 1971)。

打撃 Percussion

自分の体の一部分を自分の体の他の部分に打ちつけて音を出すことは、羽をカスタネットのように打ち合わせて音を出すオーストラリアのガWhistling Moth (Bailey, 1978) や大あごを打ち合わせて鳴くバッタSpur-throated Grasshopper (Alex, 1960) で有名である。腹部を基質に打ちつけて音を出す例は、シロアリ (Howse, 1964) やカワゲラ (Stewart *et al.*, 1982) など多くの昆虫で知られている。後述の摩擦音を主に用いる *Meconema* (ササキリモドキの仲間) の中には、摩擦器を欠くものがあるが、彼らはウサギのように後脚で基質を強打することによって交信する (Ragge, 1965)。

クリック Click Mechanisms

この発音は、特別に発達した硬膜が、その内側の筋肉の高速の緊張と弛緩によって、高速に凹凸を繰り返すことにより生じる。その結果として特異的なパターンの連続音が生じる。音は様々な昆虫で様々な方法で増幅される。この特殊化したクチクラの膜はティンバルtymbalと呼ばれ、セミの大きな音を生み出す器官として有名である (Young and Josephson, 1983)。このメカニズムはウンカ・ヨコバイなどセ

ミ以外のセミ目 (Cokl and Doberlet, 2003) やチョウ目 (Sales and Pye, 1974) でも知られている。

空気の放出 Air expulsion

鳥類や哺乳類のように気管から空気を放出して音を出す方法であり、昆虫では珍しい。ヨーロッパの大型のスズメガDeath's Head Hawk Mothは、口器から高速で空気を出し、特徴的な笛のような音を出すことで知られている (Busnel and Dumortier, 1959)。アフリカのスズメガでも同様の発音が見つかっている (Sales and Pye, 1974)。

摩擦 Stridulation

バッタの後脚と腹部、コオロギの2枚の前翅などのように、体の特定の2箇所がリズムカルに摩擦し合うことにより生じる音である。この発音方法は歩行や摂食といった様々な行動の副産物として生じた。昆虫は硬化化した外骨格を持っているため、昆虫が動けば、その体節化したパーツや脚の関節などから、さらには脚と体が擦れ合って、否応なしに音 (雑音) が出るのである。そのため、この方法は昆虫の発音方法として最も普遍的で研究例も多い。これまで多くの目において報告されているが、特にコウチュウ目において様々な場面で多様に進化してきた。

2. 甲虫の摩擦音

19世紀中頃から20世紀にかけて、ダーウィンを始め多くの研究者が、甲虫の摩擦器について総説を著している (Goreau, 1837; Landois, 1874; Darwin, 1877; Gahan, 1900; Arrow, 1942)。摩擦器はこれまでのところ、30科の甲虫で知られている (Wessel, 2006)。すべての摩擦器は2つのパーツが相互に擦り合うという共通の構造を持っている。通常は多数の微細で平行な隆起から成るヤスリ器 (pars stridens) とヤスリ器の隆起を横切って動く尖った爪状のコスリ器 (a plectrum) から構成されている。しかしながら、しばしばこの両構造ともヤスリ状であり、どちらがどちらか区別がつかない場合も多い。その場合はより明瞭なヤスリ状構造をヤスリ器と呼ぶこ

とが多い。

甲虫では少なくとも成虫で14タイプ、幼虫で3タイプ、蛹で1タイプの摩擦器が知られている (Wessel, 2006)。センチコガネ科 (Winking-Nikolay, 1975) のように、ひとつの動きで2種類の器官が発音することもあり、摩擦器の数の特定は難しい。

摩擦音は特に配偶行動において広く用いられている：オオキノコムシ科 (Ohya, 2001)、ナガキクイムシ科 (Ohya and Kinuura, 2001)、ククイムシ科 (Pureswaran and Borden, 2003)。糞虫 (Kasper and Hirschberger, 2005) では、種特異的な配偶者認知システムとして働き、生殖隔離に役立っている。

また、摩擦音は防御行動においても役立っている：オサムシ科 (Bauer, 1976)、ハムシ科 (Schmitt and Traue, 1990)、ゾウムシ科 (Riede and Stueben, 2000)。さらに捕食者に対する音響擬態の可能性を示唆する研究者もいる。たとえば、Crowcroft (1957) は *Cychrus* (オサムシ科) の鳴き声がトガリネズミに対し強力な忌避効果を有することを記載し、Lane and Rothschild (1965) は、物理的ストレスを受けたシデムシの一種 (*Necrophorus*) の鳴き声が、マルハナバチの羽音に似ていることを示唆した。

いくつかの分類群において、単一の器官が、配偶行動、威嚇、防御、集合など様々な機能を担う異なった音を出すことが知られている：カミキリムシ科 (Alexander, 1957)、シデムシ科 (Niemits, 1972)、ガムシ科 (Ryker, 1976)、センチコガネ科 (Winking-Nikolay, 1975)、ククイムシ科 (Ryker and Rudinsky, 1976)、コガネムシ科 (Mini and Prabhu, 1990)、オオキノコムシ科 (Ohya, 2001)。

シデムシ科 (Niemits, 1972) とクロツヤムシ科 (Schuster, 1983) では摩擦音が社会的・亜社会的 (特に成虫幼虫間誘引) 行動に関与していることも知られている。

3. ニホンホソオオキノコムシとセモンホソオオキノコムシの音響コミュニケーション

ニホンホソオオキノコムシ、セモンホソオオキノコムシとも、しばしばひとつのシイタケ上に複数の

成虫が存在しているのが観察されるが、その場での種内交信の手段は不明であった。*Dacne*属のオス成虫はしばしば頭頂に一对の発音器官と推定されるヤスリ状構造を有する (Chujo, 1969) ため、もしその器官が機能を持った音声を発するとすれば、それが種内交信に用いられると考えられた。両種が混在する期間もあるため、種間交信 (音による種の識別) の可能性も考えられた。

一方、オオキノコムシ科の他の種では、このように発音器官と推定される構造の存在は古くから知られていた。Gorham (1896) はこの科で初めて *Episcapha stridulante* が頭頂に一对の発音器官らしいヤスリ状構造を持つことを報告した。Arrow (1924) はこの“ヤスリ器”が前胸背板前縁に沿った一本の鋭い隆起を“コスリ器”として音を発すると考えた。彼はさらに、この科でしばしば見られる、鞘翅裏面と後翅表面のざらざらした斑紋 (patch) も発音器官であろうと推測した。Arrow (1924) は前者の“頭頂-前胸背板装置” (vertex-pronotal apparatus) は *Dacne* を含むオオキノコムシ科の小型種に一般的で、後者の“鞘翅-後翅装置” (elytra-wing apparatus) はこの科のほとんどで見られると報告している。Hammond (1979) はこのArrow (1924) の“鞘翅-後翅装置”の記載に言及し、これは翅を固定するための“binding-patch”であって、発音器官であることは疑わしいとした。

そこでまず走査型電子顕微鏡を用いて、ニホンホソオオキノコムシとセモンホソオオキノコムシにおけるこれらの器官の有無を確認するとともに、それらの形態の分析から、Arrow (1924) とHammond (1979) の議論を考察した (Ohya, 1996)。

1) 発音器官の構造

頭頂-前胸背板装置 (vertex-pronotal apparatus)

両種ともオス頭頂には、Arrow (1924) とChujo (1969) がこの属一般の特徴とした一对のヤスリ器があった (図-1 ; f, 写真-1 A)。ヤスリ器は前方の密な部分 (写真-1 A ; f) と後方の粗な部分 (写真-1 A ; r) が区別された。両種ともメスはこ

れを欠いていた (写真-1 B)。ヤスリ器の縦の長さ、目の数、目の間隔とも左右で差は認められなかった。しかし、密なヤスリ器の縦の長さ、目の数は種間で有意に異なった。粗なヤスリ器の目の数も種間で異なったが、その程度は小さかった。目の間隔は密なヤスリ器、粗なヤスリ器とも種間で有意に異なった。ヤスリ器が密な部分と粗な部分から構成されている例は *Estigmaena chinensis* (Gahan, 1900) でも知られている。

前胸背板前縁は両種ともオスでやや2葉 (bilobed) となり (図-1 ; r), ヤスリ器が交差するそれぞれの葉の前縁部には、Arrow (1924) がオオキノコムシ科の他の種に、またChujo (1969) が日本のオオキノコムシ科全般にあるとした、縁に沿った一本の鋭い隆起線 (ridge) (写真-1 C ; rdg) が存在した。オスはこの隆起線をコスリ器として、頭頂部のヤスリ器を摩擦することによって発音すると考えられた。この発音装置はオスのみにあったので、

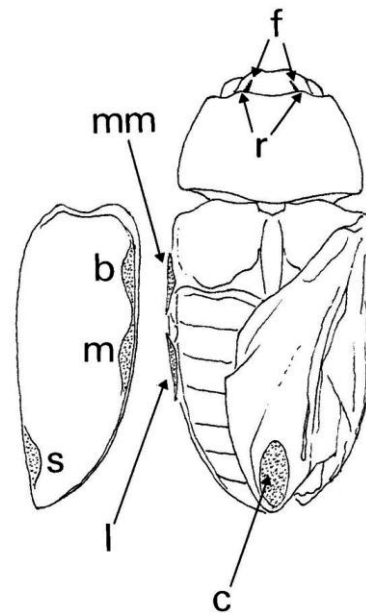


図-1 セモンホソオオキノコムシ、オス成虫の発音器官。「頭頂-前胸背板装置」: 頭頂の一对のヤスリ器(f)とこれに対応する前胸背板前縁のコスリ器(r)。「鞘翅-後翅装置」: 鞘翅裏側後方の正中線に沿った半円型の斑紋(s)とこれに対応する後翅の斑紋(c)。「鞘翅-腹部装置」: 鞘翅裏面の肩部から側部中央にかけて的部分的に融合した2つの斑紋 (b, m) が、それぞれ後胸後側板 (mm) と腹部基節側腹板(l)の斑紋に対応する。

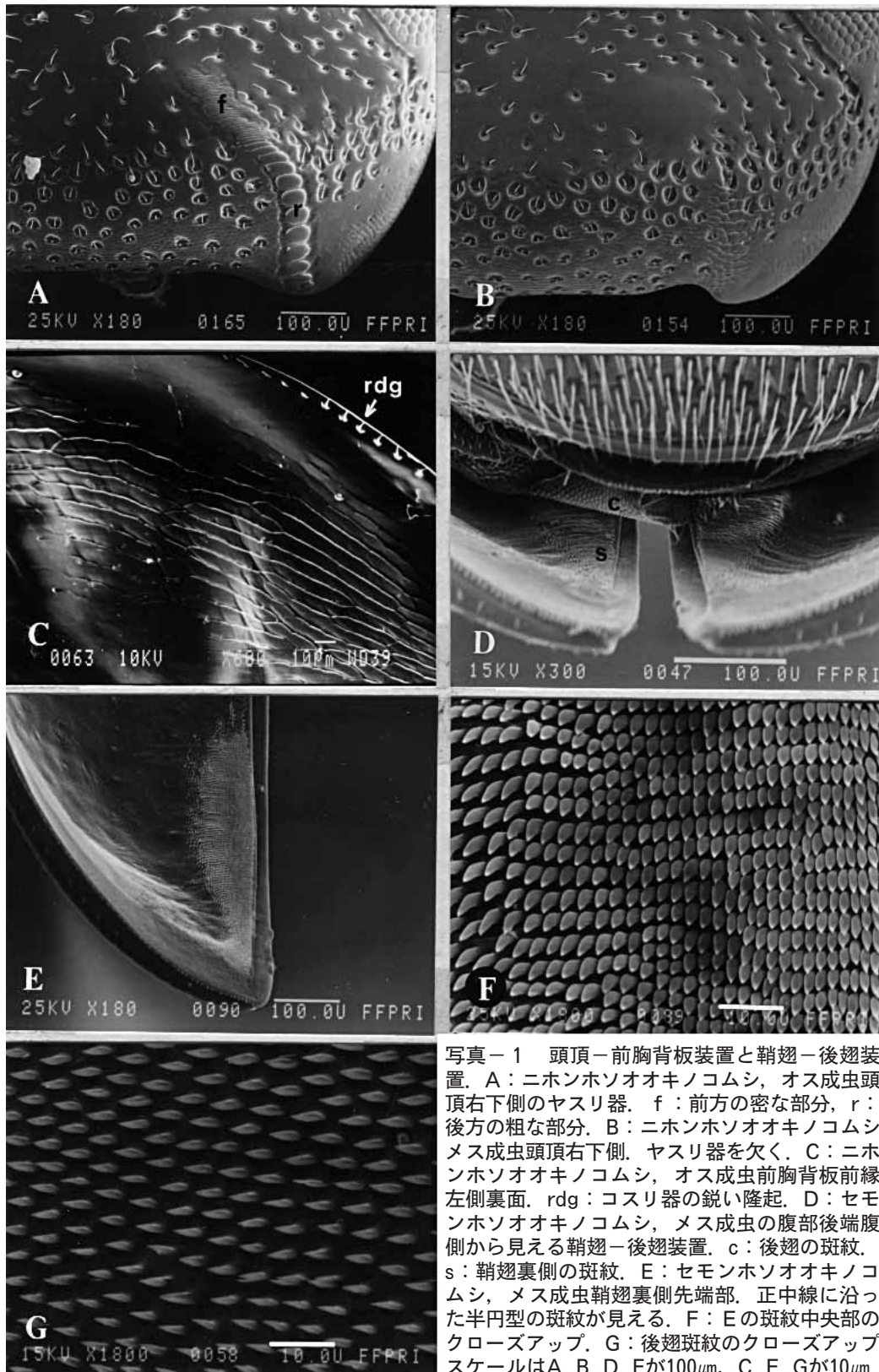


写真-1 頭頂-前胸背板装置と鞘翅-後翅装置。A:ニホンホソオオキノコムシ, オス成虫頭頂右下側のヤスリ器。f:前方の密な部分, r:後方の粗な部分。B:ニホンホソオオキノコムシ, メス成虫頭頂右下側。ヤスリ器を欠く。C:ニホンホソオオキノコムシ, オス成虫前胸背板前縁左側裏面。rdg:コスリ器の鋭い隆起。D:セモンホソオオキノコムシ, メス成虫の腹部後端側から見える鞘翅-後翅装置。c:後翅の斑紋。s:鞘翅裏側の斑紋。E:セモンホソオオキノコムシ, メス成虫鞘翅裏側先端部。正中線に沿った半円型の斑紋が見える。F:Eの斑紋中央部のクローズアップ。G:後翅斑紋のクローズアップ。スケールはA, B, D, Eが100 μ m, C, F, Gが10 μ m。

これによって発生する音は配偶行動において重要な役割を演ずると考えられた。

鞘翅-後翅装置 (elytra-wing apparatus)

両種両性ともArrow (1924) とChujo (1969) がオオキノコムシ科で期待していたとおり鞘翅-後翅装置を有した。すなわち、それぞれの鞘翅の裏側後方の正中線に沿った部分には半円型の斑紋 (patch) があり (図-1 ; s, 写真-1 D ; s, 写真-1 E), いくぶん平行に並んだ多くのくちばし状の突起で構成されていた (写真-1 F)。対応する後翅の斑紋 (図-1 ; c, 写真-1 D ; c) も同様に突起から成っていたが多少まばらであった (写真-1 G)。これらの構造はそれぞれ, Hammond (1979) のいう “apico-sutural” binding-patch と “sub-cubital” binding-patch に一致した。

鞘翅-腹部装置 (elytra-abdominal apparatus)

両種両性とも鞘翅-腹部装置を有した。鞘翅-腹部装置はこの科では初めての報告であったが, Carabidae, Hydrophiloidae, Cucujoidae, Curculionidae 等, 他の甲虫ではlateral binding patchとして一般的である (Hammond, 1979)。

鞘翅のそれは裏面の肩部から側部中央にかけての部分的に融合した2つの斑紋から構成された。前方の “baso-lateral” binding patch (図-1 ; b, 写真-2 A ; b) は後胸後側板 (metepimeron) のbinding patch (図-1 ; mm, 写真-2 B ; mm) と, 後方の “medio-lateral” binding patch (図-1 ; m, 写真-2 A ; m) は腹部基節側腹板 (laterosternum) のbinding patch (図-1 ; l, 写真-2 B ; l) と対応した。これらの斑紋は同方向に密に並んだ多くの針状突起からできていた。鞘翅の針状突起はいずれも長く先端が丸い (写真-2 C, D) が, 後胸後側板と腹部基節側腹板の針状突起は先端が鋭角 (写真-2 E, F) であった。

これら鞘翅-後翅装置と鞘翅-腹部装置の突起はいずれも一方向に並んでいたが, 両装置とも明瞭なヤスリ状構造は欠いていた。Hammond (1979) は

明瞭なヤスリ器のないこのような構造は発音器官ではなく単なるbinding patchであると主張している。そこで, *Dacne* でみられるこれらの装置も一次的にはbinding patchに帰せられると考えられる。しかしながら, オサムシ科 (Claridge, 1974) やセンチコガネ科 (Winking-Nikolay, 1975) のある種は, ヤスリ器のないこのような斑紋で相手の特定の行動を解発する機能的な音を発生することから, ニホンホソオオキノコムシやセモンホソオオキノコムシのbinding patchが, 副次的に機能的な音を発生する可能性は否めない。

次に遮音箱内の両種の行動を, 高感度録音システム (Brüel & Kjør; 4179, 2660, 2610) とビデオ・イメージ・スコープ (Olympus: IV-2, ILV, IV12 D2-15, AT100/NF-IV12D2) を用いて録画録音し, 音声をPCソフト (Avisoft SAS Lab Pro) で解析した (Ohya, 2001)。

2) 発音器官の機能

高感度コンデンサーマイクロフォンの前面に貼り付けたガラスチューブ内に, オス2頭, メス1頭と少量のシイタケ片を入れて観察したところ, 両種と

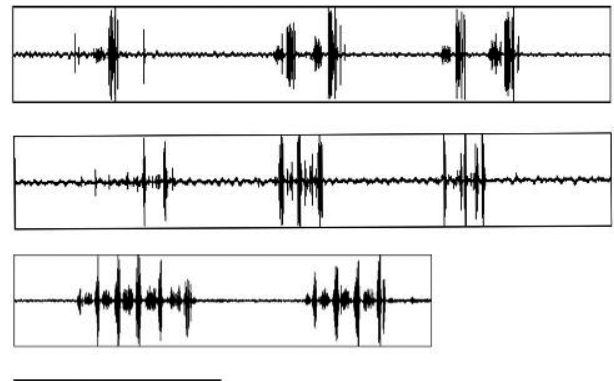


図-2 ニホンホソオオキノコムシとセモンホソオオキノコムシのオス成虫の頭頂-前胸背板装置によるチャープ。上: ニホンホソオオキノコムシの配偶行動チャープ (1つか2つのパルスを持つ3つのチャープ), 中: セモンホソオオキノコムシの配偶行動チャープ (2つか3つのパルスを持つ3つのチャープ), 下: ニホンホソオオキノコムシの威嚇チャープ (4つか6つのパルスを持つ2つのチャープ)。

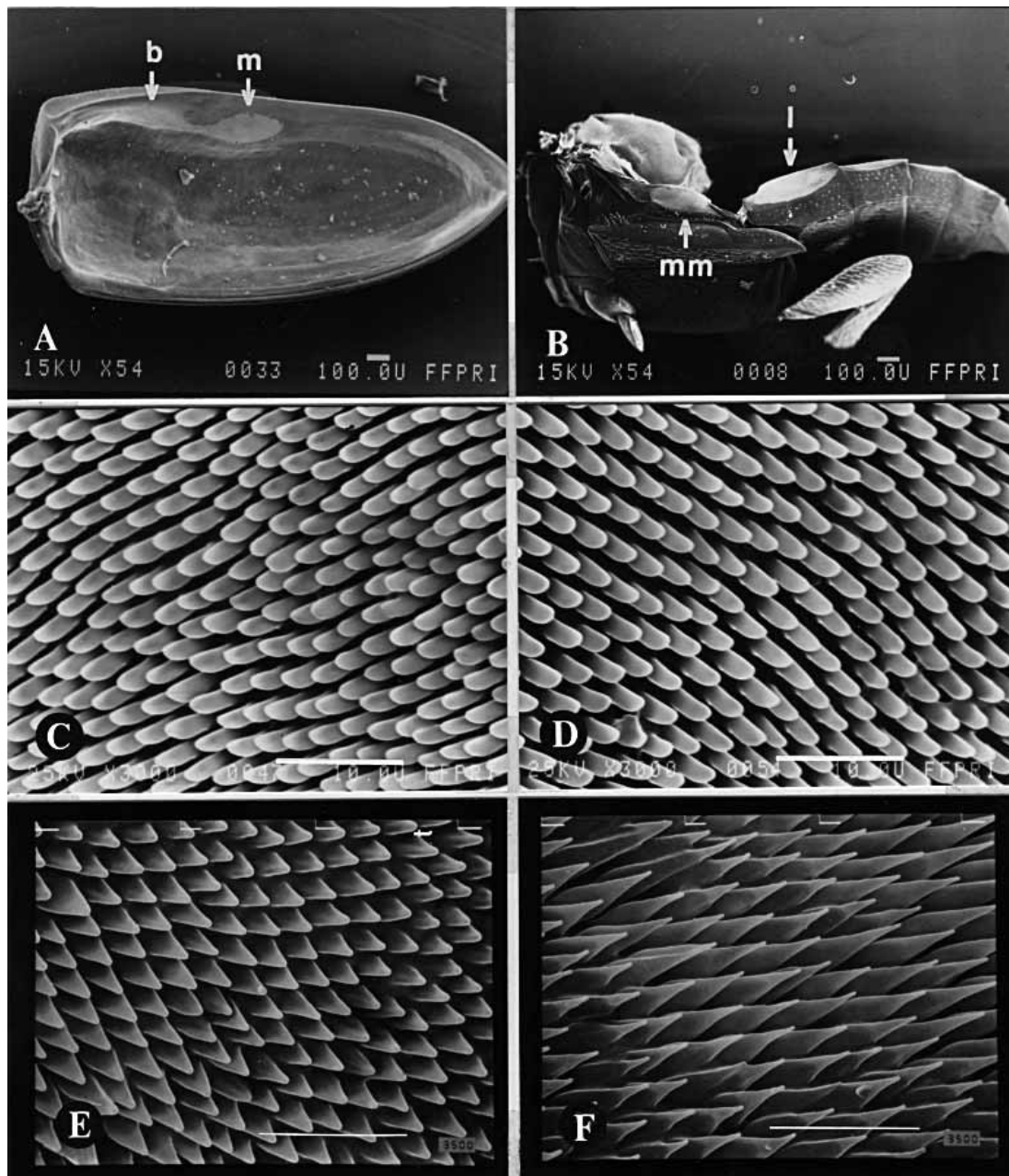


写真-2 ニホンホソオオキノコムシ, オス成虫の鞘翅-腹部装置. 鞘翅裏面(A)の肩部から側部中央にかけての部分的に融合した2つの斑紋 (b, m) が, それぞれBの後胸後側板 (mm) と腹部基節側腹板 (l)の斑紋に対応する. C, D, E, Fはそれぞれb, m, mm, lのクローズアップ. スケールはA, Bが100 μ m, C, D, E, Fが10 μ m.

もオス成虫は威嚇時と交尾時に発音した。雄は他個体に接触した場合、形態観察から予想されたとおり、頭頂-前胸背板装置を用い、頭部を上下にすばやく動かすことによって、チ・チ・チ・チ…というチャープ音を発生した。このチャープ音には、パルスの数

が少なく持続時間が長い「配偶行動チャープ」と、その数が多く時間の短い「威嚇チャープ」が区別された (図-2)。オスは他個体に接触すると、まず口器で相手の鞘翅を舐めた。相手もオスの場合、舐めたほうのオスは相手を見捨てて立ち去るか威嚇チャー

プを発音した。一方、相手がメスの場合、オスは配偶行動チャープを発音しながらメスにマウントした。オスは交尾中も配偶行動チャープ同様のチャープ音を発生した。オスはさらに、シイタケの摂食や交尾を別個体によって干渉された場合、相手の性に関係なく威嚇チャープを発音した。威嚇された相手は逃げるか、雄の場合は両者が向き合ってお互いに威嚇チャープを発音し合った。

Alexander (1967) は昆虫の発音の機能を次のように分類している。

1. 妨害と警報 (捕食者への威嚇と同種他個体への警報) シグナル
2. コーリング (ペアあるいは集合の形成) シグナル
3. 威嚇 (なわばり形成) シグナル
4. 配偶行動 (媒精のタイミングと促進) シグナル
5. 配偶行動の妨害 (ペア再形成) シグナル
6. 交尾 (媒精促進とペア維持) シグナル
7. 交尾後・交尾間 (ペア維持) シグナル
8. 個体認識 (ペアおよび家族維持) シグナル (社会性および亜社会性昆虫)
9. 餌あるいは巣の場所の案内シグナル (社会性昆虫)

Crowson (1981) によれば、9 番を除くすべての機能が甲虫においてもみられるという。

本種の威嚇行動では発音によって、相手の個体が逃走の反応を示したため、これは明らかに“威嚇 (なわばり形成) シグナル”に相当する。配偶行動における音声の機能は不明であるが、この音声は交尾中 (前後) に発せられたものであるため、おそらく、“配偶行動 (媒精のタイミングと促進) シグナル”か“交尾 (媒精促進とペア維持) シグナル”であろう。

配偶行動チャープのパルス数とパルス間隔は、ニホンホソオオキノコムシとセモンホソオオキノコムシで有意に異なった。このことは、ひとつのシイタケに同所的に存在することがある両種の間で、鳴音によって生殖隔離が行われている可能性があることを示唆する。

集合したセモンホソオオキノコムシのコロニーに呼気をかけると、正常なコロニーは直ちに離散し、再び集合を形成するまでの間、クリック音 (パリパリという音) を発生し続けた。鞘翅-後翅装置や鞘翅-腹部装置を破壊したコロニーを用いて、この実験を行ったところ、鞘翅-腹部装置を構成する鞘翅の一部または全部を切除した個体群では、クリック音が消失しかつ再集合までの時間が短くなった。すなわち、本種は鞘翅-腹部装置によってクリック音を発生し、この音声は同種他個体に捕食者の接近等の危険を知らせる警報音である可能性が考えられた。

これは、Alexander (1967) による分類中の“妨害と警報 (捕食者への威嚇と同種他個体への警報) シグナル”の後半部分に相当する。当時はまだ“捕食者への威嚇”の機能が実験的に証明されていなかったこともあり、これと“同種他個体への警報”の機能が明確に区別されていなかったが、その後“捕食者への威嚇”の機能は甲虫 (Freitag and Lee, 1972; Claridge, 1974; Lewis and Cane, 1990) やカリバチ (Larsen *et al.*, 1986) など多くの昆虫で報告された。本種のclick音がこの機能を有するかは不明である。一方、“同種他個体への警報”はシロアリ (Howse, 1964) やアリ (Fuchs, 1976) のような社会性昆虫で知られている。Alexander (1963) は、甲虫の発音の進化についての総説の中で、発音の知られている甲虫の多くは、糞や死体や腐朽木、そしてキノコのように、不安定な資源に集団で生息し、幼虫の世話をするなど亜社会的な傾向を示すことが多いと述べている。一方Ewing (1989) は、糞虫であるセンチコガネ (*Geotrupes* sp.), 腐朽木に生息するクロツヤムシ (Passalidae) が、確かに威嚇や配偶行動といった場面で発音するものの、これらは何ら社会性に限った行動ではないとしている。

セモンホソオオキノコムシも、複数の成虫がひとつのシイタケに共存すること、また成虫と幼虫が共存する (大谷, 1993) など、亜社会的な特徴を持っていることから、本種がシロアリやアリのような真の社会性昆虫同様に“同種他個体への警報”シグナルを持つ可能性がある。

4. カシノナガキクイムシの音響コミュニケーション

カシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus* (Murayama)) はミズナラ、コナラなどのブナ科樹木樹幹に穿入加害する甲虫である。植物病原菌を媒介するので、集中加害を受けた樹木はほとんど枯死することで問題となっている。両性とも鞘翅裏面先端部に「ヤスリ器」が、対応する腹部背板先端部に「コスリ器」があることが知られている (写真-3) (衣浦, 1994)。またYtsma (1988) はニュージーランドの*Platypus*属3種が、これと同様の発音器官を用いて配偶行動時とストレス時に発音することを報告している。そこで本種についてもこれらの行動がないか調べた。

高感度録音システム (Brüel & Kjær; 4179, 2660, 2610) と小型CCDカメラシステム (東芝IK-UM40, ELMO ultra-micro camera lens f=11) を用いて録画録音し、音声をPCソフト (Avisoft SAS Lab Pro) で解析した。

1) 配偶行動時発音

人工的にオス成虫を接種営巣させたミズナラ丸太を使って以下の3つの実験を行った。

- メス成虫を穿入孔の近くに放し、営巣オスの反応を観察した。
- オス成虫を穿入孔の近くに放し、営巣オスの反応を観察した。
- 鞘翅先端部を切除した消音メス成虫を、穿入孔の近くに放し、営巣オスの反応を観察した。
- 正常メスの場合

メスは始め、キキキキ・・・と断続的に鳴きながら穿入孔を探索した (図-3; A)。メスはフラスの噴出した穿入孔を発見すると鳴き止み、頭部から穿入孔に侵入した。次にメスは、メスを排除しようとする孔道内のオスの翅鞘に前頭を押し付けるようにしながら腹部末端を振動させ、ブーという5～10秒間のバズ (連続音) を発生した (図-3; B)。このバズが鳴ると、オスは腹部から先に外に出て、メスを招き入れるよう穿入孔の入り口を譲った。メスは直ちに発音を止め、孔道に入っていった。すな

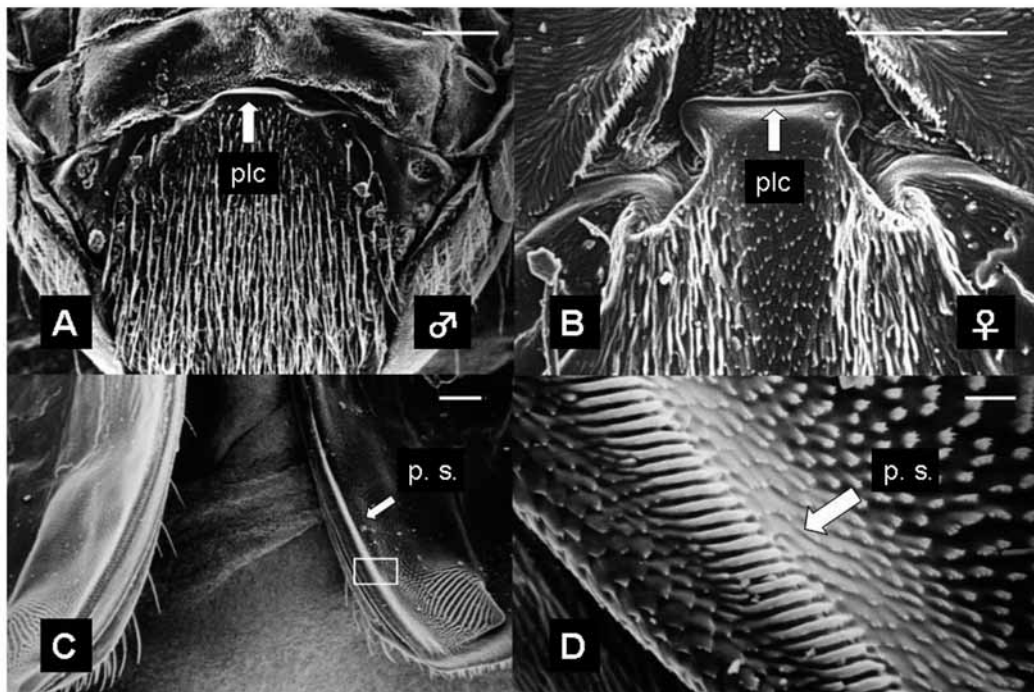


写真-3 カシノナガキクイムシ成虫の発音器官. A : オス腹部背板先端部のコスリ器 (plc). B : メス腹部背板先端部のコスリ器 (plc). C : メス鞘翅裏面先端部のヤスリ器 (p.s.). D : Cの囲い部のクローズアップ. スケールはA, B, Cが100 μ m, Dが10 μ m (原図: 衣浦, 1994)

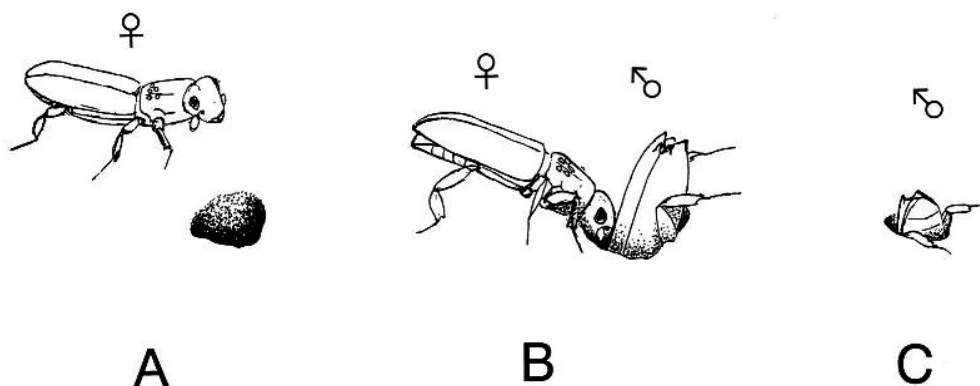


図-3 カシノナガキクイムシの配偶行動. A: オス探索チャープ (APP) を発しながら穿入孔を探索するメス. B: オスの翅鞘に前頭を押し付けながらオス誘導バズ (BUZZ) を発するメス. C: 孔道から腹部末端を覗かせメス獲得チャープ (ING) を発するオス.

わちこのバズの持続時間は、メスが鳴き始めてからオスが孔道を出るまでに要した時間であった。メスに続いてオスも孔道に戻り、穴から腹部末端を覗かせ、キーキーキー・・・と鳴いた (図-3 ; C) のち孔道内に消えた。しばらくして (10数秒～2時間余り後)、オスは穿入孔から後ろ向きに体を半分ほどせり出し、続いてメスが腹部のみを突き出して交尾し、雌雄とも直ちに孔道内に戻った。これら配偶行動時の発音をそれぞれ順番に、オス探索チャープ (APP)・オス誘導バズ (BUZZ)・メス獲得チャープ (ING) とする (図-4 ; APP, BUZZ, ING)。

・放虫オスの場合

放虫オスは無音のまま穿入孔に入ろうとしたが、営巣オスに撥ね付けられるとすぐに退散した。この後正常メスを放し、上記の正常な配偶行動を確認した。

・消音メスの場合

消音メスは正常メス同様に穿入孔に入り、営巣オスと押し合いながら腹部先端を振動させたが、バズはまったく発生しなかった。営巣オスは相手が放虫オスの場合同様、消音メスを撥ね付けようとするのみで孔道外に出ることはなかった。しかし、消音メスは放虫オスのようにすぐに諦めることはなく、その場でかなりの間 (30秒～5分以上) 腹部の振動を継続したのち立ち去った。この後正常メスを放し、上記の正常な配偶行動を確認した。

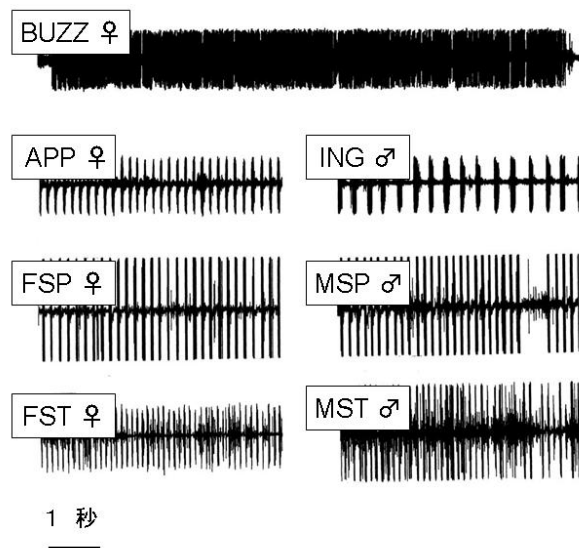


図-4 カシノナガキクイムシによる様々な鳴音. BUZZ : メスによるオス誘導バズ, APP : メスによるオス探索チャープ, FSP : メスによる自発チャープ, FST : メスによるストレスチャープ, ING : オスによるメス獲得チャープ, MSP : オスによる自発チャープ, MST : オスによるストレスチャープ.

2) ストレスチャープと自発チャープ

次に供試虫を、脱脂綿内に拘束した時の、また他個体の存在しないミズナラ樹皮上を自由に歩行させた時の発音を確認した。その結果、オス・メスとも脱脂綿から逃れようとしながらキキキキ・・・とストレスチャープ (MST, FST) を、また樹皮上を歩行しながら同様にキキキキ・・・と自発チャープ (MSP, FSP) を発した (図-4 ; MST, FST, MS

P, FSP)。パルス間隔は、両性ともストレス時のほうが自発時より有意に短かった。

またこれらパルス間隔を配偶行動時の発音とも比較したところ、メスではオス探索チャープ (APP) は、自発チャープ (FSP) とは差がなかったが、ストレスチャープ (FST) よりも有意に長く、さらにオス誘導バズ (BUZZ) は、他の3者より格段に短かった。オスのメス獲得チャープ (ING) のパルス間隔は、ストレスチャープ (MST) や自発チャープ (MSP) より有意に長かった。

なお、発音器官の一部であるコスリ器は形態的に雌雄間で違いがあった (写真-3) (衣浦, 1994) もの、ストレスチャープと自発チャープにおいてパルス間隔に雌雄差は認められなかった。

3) 各種発音の機能

営巣オスは、オス誘導バズ (BUZZ) を発する正常メスのみを受け入れたことから、彼らはこのバズ (あるいはその際の体の接触による振動) によって、メスが穿入孔に進入しようとしていることを感知し、メスを孔道内に導入したことは明らかである。ニュージーランドの *Platypus* 属3種も同様に、メスは前頭をオスの翅鞘斜面部に接しながらバズを出した (Ytsma, 1988)。キクイムシの *Ips calligraphus* のメスはオスと体が接触しているときだけ発音する (Wilkinson *et al.*, 1967)。本種のメスも前頭をオスの翅鞘斜面部に接触したまま発音していたように見えたが、この交信が空気を媒体とした音によるものか、体の接触を介した振動によるものかは不明である。

本種のオスは他のオスが造営した孔道に侵入しようとしたが、ニュージーランドの *Platypus* にそのような行動は見られなかった (Ytsma, 1988)。オスはメスを孔道に確保したあとメス獲得チャープを発した。このような発音はキクイムシの *Ips pini* メスにも見られる (Swaby and Rudinsky, 1976)。その機能は不明だがパルス間隔は同様に拘束時 (ストレス) よりも有意に長いという。

キクイムシ科 *Dendroctonus* 属では、パイオニア

(営巣する性) が穿入場所を決める際、過密にならないようお互いスペースを空けるため、チャープ音やクリック音を発生することが知られている (Rudinsky and Michael, 1973)。本種のパイオニアであるオス成虫の自発チャープはこの機能を持つ可能性がある。一方、メスの自発チャープはオス探索チャープとの間でパルス間隔に差がなかったが、これを聞いた孔道内のオスが自己アピール行動 (性フェロモン放出等) を誘起される可能性が考えられる。なお、ニュージーランドの *Platypus* 属では、雌雄とも単独では無音であり、時々チャープする程度であった (Ytsma, 1988)。

ストレスチャープは本種のチャープ中でパルス間隔が最短であった。キクイムシ科の *Ips pini* のメスは、ストレスチャープの他、誘引チャープ、威嚇チャープを行うが、本種同様にストレスチャープのパルス間隔が最も短かった (Swaby and Rudinsky, 1976)。また Ytsma (1988) が調査したニュージーランドの *Platypus* 属では、*P. caviceps* のメス以外のすべてがストレスチャープを発生した。コブスジコガネ科、コガネムシ科、カミキリムシ科、クロツヤムシ科の甲虫の多くは拘束を受けると発音することが知られている (Alexander, 1963)。ゴミムシダマシ科の甲虫、*Adelium pustulosum* は同様の発音によって捕食者を驚かせた (Eisner *et al.*, 1974)。本種のストレスチャープにも同様の機能があるかは不明である。

引用文献

- Alexander, R.D. (1957) Sound production and associated behavior in insects. *The Ohio Journal of Science* 57: 101~113.
- Alexander, R.D. (1960) Communicative mandible-snapping in Acrididae (Orthoptera). *Science* 132: 152-153.
- Alexander, R.D. (1967) Acoustical Communication in Arthropods. *Ann. Rev. Ent.* 12: 495~526.
- Alexander, R.D., Moore T.E. and Woodruff R.

- E. (1963) The evolutionary differentiation of stridulatory signals in beetles (Insecta: Coleoptera). *Anim. Behav.* 11(1): 111~115.
- Arrow, G.J. (1924) Vocal organs in the coleopterous families Dytiscidae, Erotylidae and Endomychidae. *Trans. Ent. Soc. Lond.* 72: 134~143.
- Arrow, G.J. (1942) The origin of stridulation in beetles. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London* 4: 709~749.
- Bailey, W. J. (1978) Resonant wing systems in the Australian whistling moth *Hecatesia* (Agarasidae, Lepidoptera). *Nature* 272: 444~446.
- Bauer, T. (1976) Experimente zur Frage der Biologischen Bedeutung des Stridulationsverhaltens von Käfern. *Z. Tierpsychol.-J.Comp. Ethol.* 42: 57~65.
- Bennet-Clark, H. C. (1971) Acoustics of insect song. *Nature* 234: 255~259.
- Chujo, M. (1969) *Fauna Japonica, Erotylidae.* 316 pp, Academic Press of Japan, Tokyo.
- Claridge, M.F. (1974) Stridulation and defensive behaviour in the ground beetle, *Cychrus caraboides* (L.). *J. Ent. (A)* 49: 7~15.
- Cokl, A. and Virant-Doberlet, M. (2003) Communication with substrate-borne signals in small plant-dwelling insects. *Annual Review of Entomology* 48: 29~50.
- Crowcroft, P. (1957) *The Life of the Shrew,* Max Reinhardt, London.
- Crowson, R.A. (1981) *The Biology of Coleoptera.* Academic Press, London.
- Darwin, C. R. (1877) *The Descent of Man in Relation to Sex,* 2nd ed. John Murray, London.
- Eisner, T., D., Aneshansley, M., Eisner, B., Rutowiski, B. Chong and Meinwald, J. (1974) Chemical defense and sound production in Australian tenebrionid beetles (*Adelium* spp.). *Psyche* 81: 189~208.
- Ewing, A.W. (1989) *Arthropod Bioacoustics.* 260 pp, Cornell University Press, New York.
- Freitag, R. and Lee, S.K. (1972) Sound producing structures in adult *Cicindela tranquebarica* (Coleoptera; Cicindelidae) including a list of tiger beetles and ground beetles with flight wing files. *Can. Ent.* 104: 851~857.
- Fuchs, S. (1976) The response to vibrations of the substrate and reactions to the specific drumming in colonies of carpenter ants (*Camponotus*, Formicidae, Hymenoptera). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 1: 155~184.
- Gahan, C.J. (1900) Stridulating organs in Coleoptera. *Trans. Ent. Soc. Lond.* 48: 433~452.
- Goureaux, M. (1837) *Essay sur la stridulation des insectes,* Annales de la Societe entomologique de France (NS) 6: 31~75.
- Gorham, H.S. (1896) *Viaggio di Leonardo Fea in Birmania e regioni vicine.* LXIX. Languriidae, Erotylidae and Endomychidae. *Ann. Mus. Civ. Stor. Nat. Genova.* 36: 257~302.
- Hammond, P. M. (1979) Wing-folding mechanisms of beetles, with special reference to investigations of Adephagan phylogeny (Coleoptera). In: *Carabid Beetles: Their Evolution, Natural History, and Classification* (eds. By Erwin, T.L., Ball, G.E. and Whitehead, D.R.). pp.113~180. W. Junk, The Hague.
- Henry, C.S. (1979) The courtship of *Chrysopa downsei* Banks (Neuroptera:Chrysopidae): its evolutionary significance. *Psyche* 86: 291~297.
- Howse, P.E. (1964) The significance of the sound produced by the termite *Zootermopsis angusticollis* (Hagen). *Anim. Behav.* 12 (2~3): 284~300.
- Kanmiya, K. (1996) Discovery of male acoustic sounds in the Greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera:

- Aleyrodidae). Appl. Entomol. Zool. 31: 255~262.
- Kasper, J and Hirschberger, P. (2005) Stridulation in *Aphodius* dung beetles: songs and morphology of stridulatory organs in North American *Aphodius* species (Scarabaeidae). Journal of Natural History 39: 91~99.
- Kinuura, H. (1994) Stridulatory organs of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). Trans. Mtg. Tohoku Br. Jap. For. Soc. 46: 49~50.
- Landois, H. (1867) Die Ton- und Stimmapparate der Insekten in Anatomischphysiologischer und akustischer Beziehung. Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie 17: 105~186.
- Lane, C. and Rothschild, M. (1965) A case of Mullerian mimicry of sound. Proceedings of the Royal Entomological society of London Series A 40: 156~158.
- Larsen, O.N., Gleffe, G. and Tengo, J. (1986) Vibration and sound communication in solitary bees and wasps. Physiol. Entomol. 11: 287~296.
- Lewis, E.E. and Cane, J.H. (1990) Stridulation as a primary anti-predator defence of a beetle. Anim. Behav. 40(5): 1003~1004.
- Mini, A. and Prabhu, V. K. K. (1990) Stridulation in the coconut rhinoceros beetle *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). Proceedings of the Indian Academy of Sciences 99: 447~455.
- Niemits, C. (1972) Biochemische, verhaltensphysiologische und morphologische Untersuchungen an *Necrophorus vespillo*. Forma et Functio 5: 209~230.
- 大谷英児 (1993) シイタケの害虫, セモンホソオオキノコムシの生活環. 日林誌75: 10~15.
- Ohya, E. (1996) The external structure of putative stridulatory apparatus of fungus beetles, *Dacne japonica* and *D. picta* (Coleoptera: Erotylidae). Appl. Entomol. Zool. 31: 321~325.
- Ohya, E. (2001) Aggressive and courtship chirps of sympatric pleasing fungus beetles, *Dacne japonica* and *D. picta* (Coleoptera: Erotylidae). Entomological Science 4: 287~290.
- Ohya, E. and Kinuura, H. (2001) Close range sound communications of the oak platypodid beetle *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). Appl. Entomol. Zool. 36: 317~321.
- Pureswaran, D. S. and Borden, J.H. (2003) Is bigger better? Size and pheromone production in the mountain pine beetle, *Dendroctonus ponderosae* Hopkins (Coleoptera: Scolytidae). Journal of Insect Behaviour 16: 765~782.
- Ragge, D. R. (1965) Grasshoppers, Crickets and Cockroaches of the British Isles. Frederick Warne, London.
- Riede, K. and Stueben, P.E. (2000) The musical Acalles, Observations on the stridulations of Cryptorhynchinae of the Canaries (Col.: Curculionioidea). Chryptorhynchinae study 13. Snudebiller -Studies on Taxonomy, Biology and Ecology of Curculionidae. (CURCULIO-Institute, Moenchen-gladbach), Vol.1, pp.307~317.
- Rudinsky, J. A. and Michael R. R. (1973) Sound production in Scolytidae: Stridulation by female *Dendroctonus* beetles. J. Insect. Physiol. 19: 689~705.
- Ryker, L.C. (1976) Acoustic behavior of *Tropisternus ellipticus*, *T. columbianus* and *T. lateralis limbalis* in Western Oregon. Coleopterists Bulletin 30: 147~156.
- Ryker, L.C. and Rudinsky, J.A. (1976) Sound production in Scolytidae - aggressive and mating behavior of mountain pine beetle. Ann. Entomol. Soc. Am. 69: 677~680.

- Sales, G. and Pye, D. (1974) Ultrasonic Communication by Animals. Chapman and Hall, London.
- Schmitt, M. and Traue, D. (1990) Bioacoustic and morphological aspects of the stridulation in Criocerinae (Col., Chrysomelidae). *Zoologischer Anzeiger* 225: 225~240.
- Schuster, J. (1983) Acoustical signals of passalid beetles: complex repertoires. *Florida Entomologist* 66: 486~496.
- Stewart, K. W., Szczytko, S. W., Stark, B. P. and Zeigler, D.D. (1982) Drumming behavior of six North American Perlidae (Plecoptera) species. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 75:549~554.
- Swaby, J. A. and J. A. Rudinsky (1976) Acoustical and olfactory behaviour of *Ips pini* (Say) (Coleoptera: Scolytidae) during host invasion and colonisation. *Z. ang. Ent.* 81: 421~432.
- Wessel, A. (2006) Stridulation in the Coleoptera - An Overview. In: *Insect Sounds and Communication* (ed. By Drosopoulos, S. and Claridge, M. F.) pp. 397-403. Taylor and Francis, Boca Raton.
- Wilkinson, R. C., McClelland, W. T., Murillo, R. M. and Ostmark, E. O. (1967) Stridulation and behaviour in two southeastern *Ips* bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Fla. Ent.* 50: 185~195.
- Winking-Nikolay, A. (1975) Untersuchungen zur Bio-Akustik des Waldmistkaefers, *Geotrupes stercorosus* Scriba. *Z. Tierpsychol.* 37: 515~541.
- Young, D. and Josephson, R. K. (1983) Mechanisms of sound-production and muscle contraction kinetics in cicadas. *J. Comp. Physiol.* 152: 183~95.
- Ytsma, G. (1988) Stridulation in *Platypus apicalis*, *P. caviceps*, and *P. gracilis* (Coleoptera, Platypodidae). *J. Appl. Ent.* 105: 256~261.

(2009. 1. 30 受理)

総説

クロマダラソテツシジミの文献目録とそれから得られた知見

岩 智洋¹・函師朋弘²・楨原 寛³

1. はじめに

クロマダラソテツシジミ *Chilades pandava* (Horsfield, 1829) (写真-1) は、幼虫がソテツ *Cycas revoluta* (北村ら, 1979) の若葉を食害し、時にはソテツを枯死に至らせる (写真-2, 3) チョウである。

鹿児島県では、2007年7月28～29日薩摩半島南端部の指宿市で発見され、筆者の1人岩の住む奄美大島でも2007年9月20日確認された (福田, 2008a)。奄美群島は、日本でも有数のソテツの自生地であり、その面積は1,900haに達する。古来、ソテツは救荒食として利用されてきたが、近年は特用林産物として種子、苗木、切り葉等の生産・出荷が行われており、地域森林資源としての活用が図られつつある (穂山, 2007)。

そのため、クロマダラソテツシジミに対する島民の関心も非常に高く、生産者を中心に防除方法についての相談が数多く寄せられている。

ところで、本種は迷蝶として扱われていたが、1992



写真-2 クロマダラソテツシジミの被害を受ける前のソテツ (平成20年10月2日)



写真-3 クロマダラソテツシジミの被害を受け新葉が全滅したソテツ (平成20年10月11日)



写真-1 ソテツの若葉に止まるクロマダラソテツシジミ

年沖繩本島で初めて記録され、近年になり多数の発見及び採集報告が出ている。しかし、森林病害虫の観点からの報告は少ないため、これまで発表された文献を可能な限り収集整理し、分類や分布、生態や防除方法について取りまとめた。更に、奄美大島において筆者の一人岩が行なっている試験についてもあわせて報告する。

なお、今回の文献収集の中で、東南アジア及び南アジアの文献について(独)森林総合研究所森林昆虫研究領域昆虫生態研究室長の松本和馬先生および大阪府立大学昆虫学研究室の広渡俊哉先生にご指導頂いた。また、中国に関する文献について、(独)森林総合研究所 木材特性研究領域 組織材質研究室の張春花先生に中国語のご指導を頂いた。さらに、(独)農業生物資源研究所の三橋 渡氏に沖縄での採取時の状況をご教示頂いた。ここに感謝の意を表す。

2. 文献抄録

主要文献(インターネット関連も含む)について、年代ごとに整理した。なお、直接文献を見ることができなかったものは文献のタイトル名を記していない。

○Horsfield, T. (1829) Descr. Cat. Lep. Ins. Mus. East India Coy,(2): 84.

Horsfieldが、1829年にジャワ島をタイプ産地として*Lycaena pandava*を記載した論文。

この時はベニシジミ属*Lycaena*の種として取り扱われている。

○Swinhoe, R. (1885) Proc. Zool. Soc. London, 1885(1): 132.

Swinhoeが、*pandava*の新亜種として1885年にssp. *nicola*をインドのプネーより記載した論文。この時はソテツシジミ属*Chilades*でなく、オナガウラナミシジミ属*Catochrysops*の種で扱われている。

○Nicéville, N. (1885) J. Asiat. Soc. Bengal, 54 (2): 47.

Nicévilleが、*pandava*の新亜種として1885年にssp. *bengalia*をインドのコルカタ(カルカッタ)より記載した論文。この時はオナガウラナミシジミ

属*Catochrysops*の種として扱われている。

○Semper, G. (1886-1892) Die Schmetterlinge der Philippinischen Inseln. Beitrag zur Indo-Malayischen Lepidopteren-Fauna. 1 (Die Tagfalter). In C. G. Semper, Reisen im Archipen der Philippinen, (2)5, Weisbaden, 1: 380, 49 pls.

フィリピンからSemperにより1887年に新亜種ssp. *vapanda*が記載された内容が含まれている。

○Bingham, C.T. (1907) Fauna of British India. Butterflies, Vol.2.

*Edales pandava*として掲載されている。形態や生態について詳細に記述。インド南部からヒマラヤ南部外縁、スリランカ、アッサム、ミャンマーからマレーシア半島に分布すると述べられている。

○Evans, H.L. (1925) J. Bombay Nat. Hist. Soc. 30(2): 340, pl. 27, fig.16,3.

Evansが*pandava*の新亜種として1925年にssp. *lanka*をスリランカのウェルワヤより記載した論文。

この時はオジロシジミ属*Euchrysops*の種として扱われている。

○Beeson, C.F.C. (1941) The ecology and control of the forest insects of India and the neighbouring countries, P. 484, Vasant Press.

マメ科の*Bauhinia retusa*, *B. variegata*, *B. vahlii*, *Xylia dolabriformis*を食害することが記述されている。

○Riley, L. G. (1945) Trans. r. Ent. Soc. Lond., 94(2): 257.

Rileyが*pandava*の新亜種として1945年にssp. *insularis*をインドネシアのSipora島より記載した論文。

○Roonwal, M.L. (1954) A list of insect pests of forest plants in India and the adjacent countries part 1: 41~42, Manger of publications, Delhi.

本種が*Cycas circinalis*, *C. revoluta*, *C. rumphii*を食害すると紹介。

○川副昭人・若林守男(1976)原色日本蝶類図鑑(白水隆監修)。保育社, 148~149.

ソテツシジミ属について解説。ソテツシジミ属は北半球の冷涼地に種類の豊富なヒメシジミ類 (*Polyommatus-section*) から熱帯に進出したものと推定している。オジロシジミ属 *Euchrysops* に似ているが、交尾器や複眼の状態から有尾・無尾にかかわらず判然とした差があると述べている。さらに本属は東南アジアに7~8種、アフリカに5ないし7種知られていると記述。

○Amunay, P. (1981) Butterflies in Thailand Vol.4 Lycaenidae: 52~53, pl. 8, Viratham Press Thailand.

本種のおス・メスの見分け方を紹介。セイロン、北東インド、ビルマ、タイに分布と記述。

○Kalshoven, L.G.E. (1981) Pests of crops in Indonesia, p.380, P.T. Ichiar Buru. Jakarta. 本種が、観賞用の *Cycas* 属を食害すると記述。

また、アリとの共生関係にあり、分布域はインドからビルマであると紹介している。

○Hsu, Y-F. (1987) Notes on *Chilades pandava* HORSFIELD from Taiwan (Lepidoptera, Lycaenidae), Tyo to Ga, 38(1): 9~12.

台湾からクロマダラソテツシジミが1976年に初めて記録された論文。

○Bridges, C.A. (1988) Catalogue of Lycaenidae & Riodinidae (Lepidoptera: Rhopalocera), II: 25.

Chilades pandava と *bengalia*, *nicola*, *insularis*, *lanka* 4 亜種について紹介。

○本野晃・根岸範子 (1989) ラオスの蝶 (高倉忠博監修). pp.71, 186, 桐原書店, 東京.

クロマダラソテツシジミがラオスに分布することを述べている。

○Hsu, Y-F. (1989) Systematic position and description of *Chilades peripatria* sp. nov. (Lycaenidae). Bull. Inst. Zool. Acad. Sinica (Taipei), 28(1): 55~62.

Hsuが1989年に、後に亜種となる *peripatria* を新種として台湾より記載した論文。

○Corbet, S. and Pendlebury, H.M. (1991) The

Butterflies of the Malay Peninsula, pp. 247, 564~565, pl.36, United Selangor Press, Kuala Lumpur.

雄、雌の形態的な違いや発生は不規則であるとの生態的な記述。幼虫は、色や模様が変わりやすく、ソテツや複数の植物を食害し、アリから世話を受けていることを紹介している。また、外見上が似ていることからオジロシジミ属 *Euchrysops* に分類されていたが、オスの生殖器の違いによりソテツシジミ属 *Chilades* に分類されたと述べている。分布は、スリランカからビルマ、スンダ列島と記述。

○大塚一壽・関康夫・高波雄介 (1991) ボルネオの蝶 第2巻No1, シジミチョウ科編, pp.41~42, Pl. 20.

クロマダラソテツシジミの別和名としてパンダバソテツシジミを併記。

オジロシジミ *Euchrysops cnejus* に似るが、後翅裏面外中央部第6室の暗色斑が第7室の黒斑の真下に並ぶので区別は容易と記述。幼虫はソテツ類の新芽や若葉を食べ、原亜種の基産地はジャワで、原亜種はインド、中国南部からインドシナ半島、台湾、アンダマン、ニコバル、スンダランドに広がり、別亜種はスリランカ、インド北西部、シポラ、ルソンに分布していると記述。

○川副昭人 (1992) *Chilades pandava* (Horsfield), [1829] (クロマダラソテツシジミ) について, 蝶研フィールド, 7(12): 10.

クロマダラソテツシジミが、古い文献では、オジロシジミ属 *Euchrysops* やオナガウラナミシジミ属 *Catochrysops* に分類されたこともあると記述している。分布はインド、セイロン、ビルマ、タイ、インドネシア、ラオス、ベトナム、アンダマン、ニコバル、スンダ列島であることを述べている。また、分布は広く、かなり移動性があるため、セイロン (ssp. *lanka*) やメンタウイ (ssp. *insularis*) 以外はすべて原亜種に含めるべきだと解説している。

○三橋 渡 (1992) 日本未記録種クロマダラソテツシジミ *Chilades pandava* を沖縄本島で採取. 蝶研フィールド, 7(12): 8~9.

沖縄本島での初記録。沖縄への侵入経過として飛来かソテツなどの輸入物とともに入り込んだのではと推定している。

○Bascombe, M.J., Johnston, G. and Bascombe, F.S. 1999) The Butterflies of Hong Kong. pp. 58, 258~259, pl. 49, Academic Press, London. 香港での捕獲事例について報告。1例目は、1978年6月、香港島ポクフラム貯水池近くの二次林、2例目は時期は不明だが同所。3例目は、時期は不明だが自然博物館にて。4例目は、1991年九龍公園内で目撃されたと紹介している。また、近年香港で急速に分布域を拡大していると記述。分布はスリランカ、インド、雲南東部、広西、広東、海南島、台湾、ルソン島、インドネシア南部、マレー半島、スマトラ島、ジャワ島などあるが、スリランカ、台湾とスマトラ島西部のシプラ島については、別亜種が分布していると述べている。また、雄の生殖器について図示している。

○Robinson, G.S., Ackery, P.R., Kitching, I.J., Beccaloni, G.W. and Hernandez. L.M. (2001) Host plants of the moth and butterfly caterpillars of the oriental region. pp.723~727, 730, 734, 737, 466, 527, 743~744, United Selangor Press, Kuala Lumpur.

本種が *Cycas circinalis*, *C. pectinata*, *C. revoluta*, *C. rumphii*, *C. taiwaniana*, *C. thouarsii* を食害すると記述。

○黄复生 (2002) 海南森林昆虫: 678,709. 科学出版社, 鄭州.

クロマダラソテツシジミ (中国名: 曲纹紫灰蝶) について紹介。

宿主植物はソテツ。分布は海南島、香港、華南、ミャンマー、マレーシア、スリランカと記述。

○王敏・范亚凌 (2002) 中国灰蝶志. pp.377~378, pl.25, 河南科学技术出版社, 鄭州.

クロマダラソテツシジミ (中国名: 指名亜種) 及び *Chilades pandava peripatria* Hsu, 1989 (中国名: 台湾亜種) を写真入りで紹介。

○屋富祖昌子・金城政勝・林正美・小濱継雄・佐々

木健志・木村正明・河村太 (2002) 琉球列島産昆虫目録増補改訂版 (東 清二監修), pp.425~426.

沖縄及びフィリピンに分布としている。

○刘光华・陆永跃・甘咏红・曾玲 (2003) 曲纹紫灰蝶的生物学特性和发生动态研究 (The biology and population dynamics of the butterfly *Chilades pandava*). 昆虫知识 (Chinese Bulletin of Entomology) 第40卷 第5期, 北京浩农鸿信农业科技中心.

<http://scholar.ilib.cn/Article.aspx?AIT=QCode&AI=kczs200305010&A=kczs200305010>

広東省での本種の生態及び防除法について記述。幼虫は4齢。卵は平均 (1.52±0.11) 日、幼虫で (5.96±0.19) 日、蛹で (5.14±0.38) 日。成虫は、午前9時30分~午前10時30分に最も活動する。1年中成虫を確認でき、特に5月及び10月が発生のピークと述べている。

防除法としては、①ソテツの開葉前を把握し、合理的な処置により成虫を抑える ②発生ピーク時に農薬防除を行うことを紹介している。

○徐培峰 (2005) 台東紅葉村台東蘇鐵自然保留區東陸蘇鐵小灰蝶生態研究及蝶相 台湾行政院農業委員會林務局. <http://www.forest.gov.tw>

台湾紅葉村にある台東ソテツ自然保護区における台東ソテツ *Cycas taitungensis* の保護対策及び、*Chilades pandava peripatria* の生態及び防除法について述べている。そして、*C. pandava peripatria* が台湾各地で増加した原因は、ソテツが大量栽培され、食害した *C. pandava peripatria* の密度が高くなり、台東ソテツを食害するようになったと推定している。

防除法としては、台東ソテツが5~6月及び12月の新芽をだす時期にDDVP (ジクロルボス) 50% の1000倍希釈又は (Meriphos) の25.3%乳剤を500倍希釈したものを散布することを紹介している。

○周湾・陈为民・王嫩仙・施祖 (2005) 曲纹紫灰蝶在浙江为害苏铁. 江苏省昆虫学会. <http://kcxh.jaas.ac.cn/2005/8-17/10187.html>

中国杭州市における本種の被害及び防除法につい

て紹介。

24℃～26℃下の状態で卵は2～4日、幼虫は10～15日、蛹は6～8日、また、成虫は餌なしで3～4日は生存する。

防除法は以下のことを紹介している。クロルピリホス乳剤（中国名：乐斯本乳油）48%を2000倍希釈又はDDVP（ジクロロボス 中国名：敌敌畏乳油）80%を1000倍希釈の散布により、幼虫が2日以内に95%以上死亡。また、シベルメトリン乳剤（商品名：アグロスリン、中国名：氟氰菊酯乳油）50%を500倍希釈し、5分以上浸せば効果がある。

○宮崎茂穂・齊藤太増光・齊藤光太郎（2006）南ベトナムの蝶相(4). やどりが, 211: 54,56.

南ベトナムでのクロマダラソテツジミ捕獲記録。ソテツ以外の植物を食草としている可能性を指摘。

○白水隆（2006a）日本産蝶類標準図鑑. p.164, pl. 59, 学習研究社, 東京.

雄は藍色の翅表で、黒く縁取られる。後翅には尾状突起がある。また、雌は翅表中央部に青色斑があり、後翅外縁部には黒点列がある。裏面はオナガウラナミシジミ属、オシロシジミ属のような斑紋をしており、近似種のソテツジミのそれとまったく異なると解説している。

卵は若葉の葉柄の側面や下面、若葉の葉裏が多いと記述。若齢幼虫は若葉の表側より葉肉内に穿入し、中齢以降の幼虫になると、カールした若葉の内側や、展開した葉の裏側に止まることが多いと述べている。蛹化は、休眠芽や果実・落葉痕の綿毛の中、成葉の裏側、根際の石の間などで行う。発生地における食草はソテツの若葉だが、インゲンマメでも成育良好であると紹介している。また、明瞭な季節型があり、低温期型は高温期型と比べて、雄翅表の外縁黒帯が細くなり後翅には黒点列が明瞭に表れる。一方、雌翅表の前後翅基部から広がる青色部が拡大して色調も明るくなる。裏面の地色は暗くなり各斑紋を縁取る白色部が薄くぼやけて流れる感じとなる特徴があると指摘している。日本で得られたものは、ジャワ島をタイプ産地とする原亜種*pandava*とされる。しかし、台湾産にssp. *peripatria*、フィリピン産にssp.

*vapanda*などの名称もあることから、今後の詳細な分類学的な研究が必要と記述。

○白水隆（2006b）日本の迷蝶Ⅲ アゲハチョウ科／シロチョウ科／シジミチョウ科, 698～706, X., 蝶研出版, 東京.

迷蝶として日本で位置付けられいたクロマダラソテツジミの1992年から2001年までの採取日及び捕獲場所を紹介している。

○Takeuchi, T. (2006) A new record of *Chilades pandava* (Horsfield) (Lepidoptera, Lycaenidae) from Korea. Trans. Lepid. Soc., 57(4): 325～332. 韓国濟州島での捕獲記録。濟州島は北緯33°～34°にあり、定着は難しいと推定している。

○福田久子（2007）新訂原色昆虫図鑑第I巻（蝶・蛾篇）（矢田脩監修）, p.152, pl.74, 北陸館, 東京. クロマダラソテツジミの体の特徴について紹介。

現在、東洋区に3～5亜種知られ、日本のものはジャワ島を原産地とする原亜種であるとされる。しかし、近隣の台湾に*Chilades pandava peripatria*及び、フィリピンにssp. *vapanda*などがあり、より詳細な分類学的研究が必要であると述べる。

○稲垣亨（2007）ゆずりは 2007 Winter, (32): 26. 2006年、西表島で本種を確認と報告。

○小野寺博昭（2007）カンボジア採集縦断（2006年9月23日～10月2日）. やどりが (215): 20, 34. カンボジアでのクロマダラソテツジミの捕獲記録。

○浙江省林業有害生物防治检疫局（2007）乐清发生曲纹紫灰蝶危害苏铁. <http://www.zjsfz.gov.cn/news/details.jsp?id=7828>

中国浙江省における本種の被害及び防除法について下記のように記述。

幼虫が2～3日で新芽を食い尽くし、胚珠や花粉を作れず、枯死する恐れがある。また、年6～7回発生し、蛹で越冬することを紹介。

防除法は、フェンバレレート（中国名：菊酯乳油）20%を2500～3000倍希釈、フェンプロパトリン（中国名：甲氰菊酯乳油20%）を800～1000倍、オメトエート40%乳剤（中国名：氧化乐果乳油）を800～

1000倍希釈の散布と記述。

○福田晴夫 (2008a) 2007年の昆虫界をふりかえって. 月刊むし (447): 2~4.

クロマダラソテツシジミの北上分散について下記のように紹介。

1992年に沖縄本島で発生, 翌年春に消滅。2001年に与那国島で発生。2006年11~12月に石垣島, 西表島で発生。しかし, 2007年に南西諸島, 九州, さらに飛び火的に兵庫県, 大阪府, 東京都で発生と記述。石垣島では2006年の個体群は2007年2月で消滅したが, 2007年5月以降確認されているため, 新たな個体が飛来したという可能性がある。さらに, 2007年7月宮古島, 8月沖縄, 鹿児島県では奄美諸島, 種子島, 屋久島より早く, 7月28~29日に指宿市で発見され, その後急速に分布拡大した。

○福田晴夫 (2008b) クロマダラソテツシジミとはどんな蝶だろう. SATSUMA, 58(138): 1~9.

クロマダラソテツシジミの分類や分布, 食餌植物について紹介。また, 日本での発生記録や台湾, 中国, フィリピンの現状について報告。この中で, 台湾の徐培峰氏が「帰化植物による蝶の大発生が絶滅危惧種の生存を脅かすか」という題で講演し, 台湾亜種が台湾全島に広がり, ソテツの害虫となったことを紹介している。

その理由として①大発生は, 1990年以降の外国産ソテツ *C. revoluta* の帰化により, 台湾固有亜種の南部個体群が増えた。②近年台湾西部に発生した個体群は移入されたもので, 固有亜種個体群ではないと仮説を立てる。そこで, 台湾, 中国大陸, 沖縄, フィリピン, マレー半島産のDNAを解析した。その結果, ①台湾産は他の地域と区別できる。すなわち, 元から台湾にいた個体群が増加した。②固有個体群のハプロタイプ (生命維持のために必要な1つ1つの単位を「ゲノム」という。つまりハプロタイプとは, 「ゲノム」の中の, 1本の染色体上における, 複数の遺伝子型が形成する組合せのこと。) の多様性は, 帰化ソテツを食べる均一の遺伝子組成を示す個体群のそれより大きい。そのため, 西部個体群は固有個体群からのファウンダー (この場合, 固有個

体群の子孫) が定着したものである。③最大節約法によるハプロタイプは, 西部個体群が中国大陸, フィリピン諸島よりも固有個体群に近い, と解説。

○春田魁登・春田敏 (2008) 薩摩川内市入来町におけるクロマダラソテツシジミの発見とソテツの実を食べる幼虫. SATSUMA, 58(138): 59~60.
本種が, ソテツの実を食害することを紹介。

○畑田健治 (2008) クロマダラソテツシジミの共食いを目撃. SATSUMA, 58(140): 288.
本種の共食いについての観察事例。

○平井規央・森地重博・山本治・石井実 (2008) ー最近分布を拡大したチョウとガー, クロマダラソテツシジミとイチジクヒトリモドキ. 昆虫と自然, 43(12): 13~16.

本種は, 1992年沖縄本島, 2001年に与那国島, 2005年に韓国濟州島で一時的に発生したと紹介。しかし2007年に, 沖縄本島, 奄美大島, 種子島, 鹿児島県本土, 宮崎県, 熊本県, 長崎県, 兵庫県宝塚市, 兵庫県伊丹市, 大阪府池田市, 大阪府豊中市, 吹田市, 大阪市, 高槻市で確認。2008年は, 京都府南部, 滋賀県南部, 大阪府南部, 奈良県北部, 兵庫県たつの市, 和歌山県南部, 三重県, 岡山県, 香川県北部でも確認され一時的な発生でないことを述べる。更に本種の産卵数は300個近くになる場合もあり, 30℃位の高温下では早いもので産卵から12日で羽化に至ると紹介。

○Moore, A (2008) *Chilades pandava*-Kbwiki. University of Guam Cooperative Extension Service Agriculture & Natural Resources Section.

http://www.guaminsects.net/uogces/kbwiki/index.php?title=Chilades_pandava

2005年グアムにて, ソテツ (英名sago palm) 及び *C. micronesia* (英名fadang) の食害を確認。また *C. micronesia* は, クロマダラソテツシジミのほか *Aulacaspis yasumatsui* (カイガラムシの一種) の影響で絶滅の危機にあり, 国連のレッドリストにも掲載されていると紹介。この他, *Billusac thuringiensis kurstaki* (BT剤: パチルス・チューリン

ゲンシス菌のクルスターキ株)を使用した生物由来農薬で効果があると報告。更に、卵に寄生するタマゴヤドリコバチ科の一種 (*guamensis guamensis* Nagaraja, 1979) が見ついているが、寄生が確認されても、致死率は大変低いと記述。現在のところ、クロマダラソテツシジミを捕食する天敵は見つからないが、幼虫と共生関係にあるアリとの共蟻性を阻害し、コントロールする方法を検討中と述べている。

○中峯敦子 (2008) 旧かごしま熱帯植物園ソテツ温室で発生したクロマダラソテツシジミ. SATSUMA, 58(140): 284~286.

温室内の, *Encephalatos transvenosus* (原産地 南アフリカ), *E. villosus* (原産地 南アフリカ), *Cycas circinalis* (ナンヨウソテツ), *C. rumphii* (インドソテツ), *C. kennedyana* (原産地オーストラリア) に本種の産卵, 摂食痕を確認したと記述。

○中峯浩司 (2008a) クリの実を食べて育ったクロマダラソテツシジミ幼虫. SATSUMA, 58(138): 71.

本種が, クリを食べたことを報告。

○中峯浩司 (2008b) 奄美大島におけるクロマダラソテツシジミの発生地と越冬の可能性について. SATSUMA, 58(138): 56~57.

2008年3月7日~10日, 奄美大島における調査及び越冬の可能性について報告。

越冬の可能性は低いものの, 道路脇や公園などのソテツはかなりの被害を受けていると記述。しかし, 西部海岸沿いの野生のソテツや奄美市笠利町方面の手の行き届いていないソテツは大きな食害を受けていない印象だと述べている。また, 人による定期的な剪定が行われているソテツは, 野生又は手の入っていないソテツよりも新芽を出す割合が高いため, 大発生したのではと推定している。

○中峯芳郎 (2008a) クロマダラソテツシジミの産卵数を調べる. SATSUMA, 58(140): 287~288.

9日間に428個の産卵を確認したと報告。

○中峯芳郎 (2008b) 鹿児島市吉野町で越冬羽化したクロマダラソテツシジミ. SATSUMA, 58 (139):

88~92.

鹿児島市立吉野東小学校のソテツで, 越冬した本種の観察記録。

○酒木敬司・横田靖・山本治・平井規央・石井実 (2008) 大阪府池田市でクロマダラソテツシジミの発生を確認. 月刊むし, (444): 2~4.

クロマダラソテツシジミが, 2007年大阪府や兵庫県など他の生息地から離れた場所で発生した原因として, ①気流などを利用して自力でたどり着いた。②ソテツの苗木などについて運ばれた。③愛好家が放した。の可能性を指摘。

○柘植達雄 (2008) クロマダラソテツシジミの吸蜜植物リストと今後の課題. SATSUMA, 58(140): 289~291.

本種が吸蜜を確認した植物として, クレソン, ハマウド, ボタンボウフウ, カッコウアザミ, ヤマヒヨドリバナ, シマアザミ, ニガナ, アメリカセンダングサ, シロノセンダングサ, コシロノセンダングサ, ヒメジョオン, オオキンケイギク, オオシマノジギク, セイタカアワダチソウ, キダチハマグルマ, ツワブキ, ベニバナボロギク, アオジソ, バジル, ローズマリー, ホウライカガミ, ハマゴウ, アマクサギ, ブーゲンビリア, ヌルデ, ケイトウ, ノゲイトウ, ヤマハギ, シマニシキソウ, ツルボを確認。以上のように最近になり, 多数の知見が出ている。

3. クロマダラソテツシジミの分類

上記の文献を参考にして, クロマダラソテツシジミの分類について述べてみよう。

クロマダラソテツシジミは, シジミチョウ科 (Lycaenidae) シジミチョウ亜科 (Lycaeninae) ソテツシジミ属 (*Chilades*) に属する。しかし古くは, オジロシジミ属 (*Euchrysops*) やオナガウラナシジミ属 (*Catochrysops*) に分類されたこともある。そして, 5亜科に分かれるシジミチョウ科の中でシジミチョウ亜科はおよそ500属4000種と最大である。更にソテツシジミ属は, 東南アジアに7~8種, アフリカに5ないし7種知られており, 日本では, クロマダラソテツシジミの他にソテツシジミ (*Chila-*

des mindorus) の捕獲記録がある。

日本で発見されているクロマダラソテツシジミはジャワ島を原産地とする原亜種とされている。その他の亜種としては次の6亜種が知られている。

Chilades pandava nicola (Swinhoe, 1883) : 北インド (プネーが原産地)

Chilades pandava bengalia (de Nicéville, 1885) : 東インド (カルカッタが原産地)

Chilades pandava vapanda (Semper, 1889) : フィリピン (ルソン島が原産地)

Chilades pandava lanka (Evans, 1925) : スリランカ (スリランカが原産地)

Chilades pandava insularis (Riley, 1945) : スマトラ島西部の島嶼 (シボラ島が原産地)

Chilades pandava peripatria (Hsu, 1989) : 台湾 (台湾が原産地)

しかし、これらの亜種にしても研究者の間で意見が分かれており、今後の更なる研究が待たれるところである。

4. 分布

海外では、スリランカ、インド、バングラデッシュ、ビルマ、アンダマン諸島、ニコバル諸島、マレー半島、タイ、カンボジア、ベトナム、スマトラ島、ジャワ島、スンバ島、ニューギニア、ニューカレドニア、グアム、サイパン、テニアン、フィリピン、雲南東部、広西、広東、海南島、台湾、香港、広東、広西、福建、浙江、江蘇、北京、済州島で確認されている。また、香港、杭州、台湾、グアムで被害事例が報告されている。しかし、古い文献ではインド・セイロン (スリランカ)、ビルマ、タイ、インドネシア、ラオス、ベトナム、アンダマン、ニコバル、スンダ列島が分布地として出てくることが多い。チョウのように愛好家が多く、世界の各地域でよく知られていることから、他の地域には比較的最近、分布域に入ったものと推定される。このことを考えると台湾亜種 *Chilades pandava peripatria* についても分類学的な再検討の余地があるであろう。

一方日本では、1992年沖縄本島で初確認され、2001

年に与那国島、2006年に石垣島、西表島、2007年に沖縄本島、奄美大島、種子島、鹿児島県本土、宮崎県、熊本県、長崎県、大阪府、兵庫県、2008年に京都府、滋賀県、奈良県、和歌山県、三重県、岡山県、香川県で分布が確認されている (図-1)。1992年に三橋氏が沖縄本島で初めて確認した時は、那覇空港のソテツが枯れているのを見つけ、なぜソテツが枯れているのか疑問を持ち、蝶を探したものである (三橋, 2008私信)。このことを考慮すると、1992年以前には沖縄本島に侵入していたと推定される。

5. 生態

① 成虫

体長は、雄12~14mm、雌14mm。翅の開長26~32mmである。雄は藍色の翅表で、黒縁に縁取られる。後翅には尾状突起がある。雌は翅表中央部に青色斑があり、後縁外縁部には黒点列がある。

また、明瞭な季節型があり、低温期型は高温期型と比べて、雄翅表の外縁黒帯が細くなり後翅には黒点列が明瞭に表れる。一方、雌翅表の前後翅基部から広がる青色部が拡大して色調も明るくなる、裏面の地色は暗くなり各斑紋を縁取る白色部が薄くぼやけて流れる感じとなる特徴がある。

さらに訪花植物としてクレソン、ハマウド、ボタンボウフウ、カッコウアザミ、ヤマヒヨドリバナ、シマアザミ、ニガナ、アメリカセンダングサ、シロノセンダングサ、コシロノセンダングサ、ヒメジョオン、オオキンケイギク、オオシマノジギク、セイタカアワダチソウ、キダチハマグルマ、ツワブキ、ベニバナボロギク、アオジソ、バジル、ローズマリー、ホウライカガミ、ハマゴウ、アマクサギ、ブーゲンビリア、ヌルデ、ケイトウ、ノゲイトウ、ヤマハギ、シマニシキソウ、ツルボなどが報告されている。

② 産卵数

産卵数は、300~428個近く産卵するとの報告がある。

筆者の一人岩は2008年9月11日、雌1頭をテトロンゴースで覆ったポット苗の高さ20cmのソテツ上に産卵させた場合、産卵後12~18日後、69頭 (♂33,

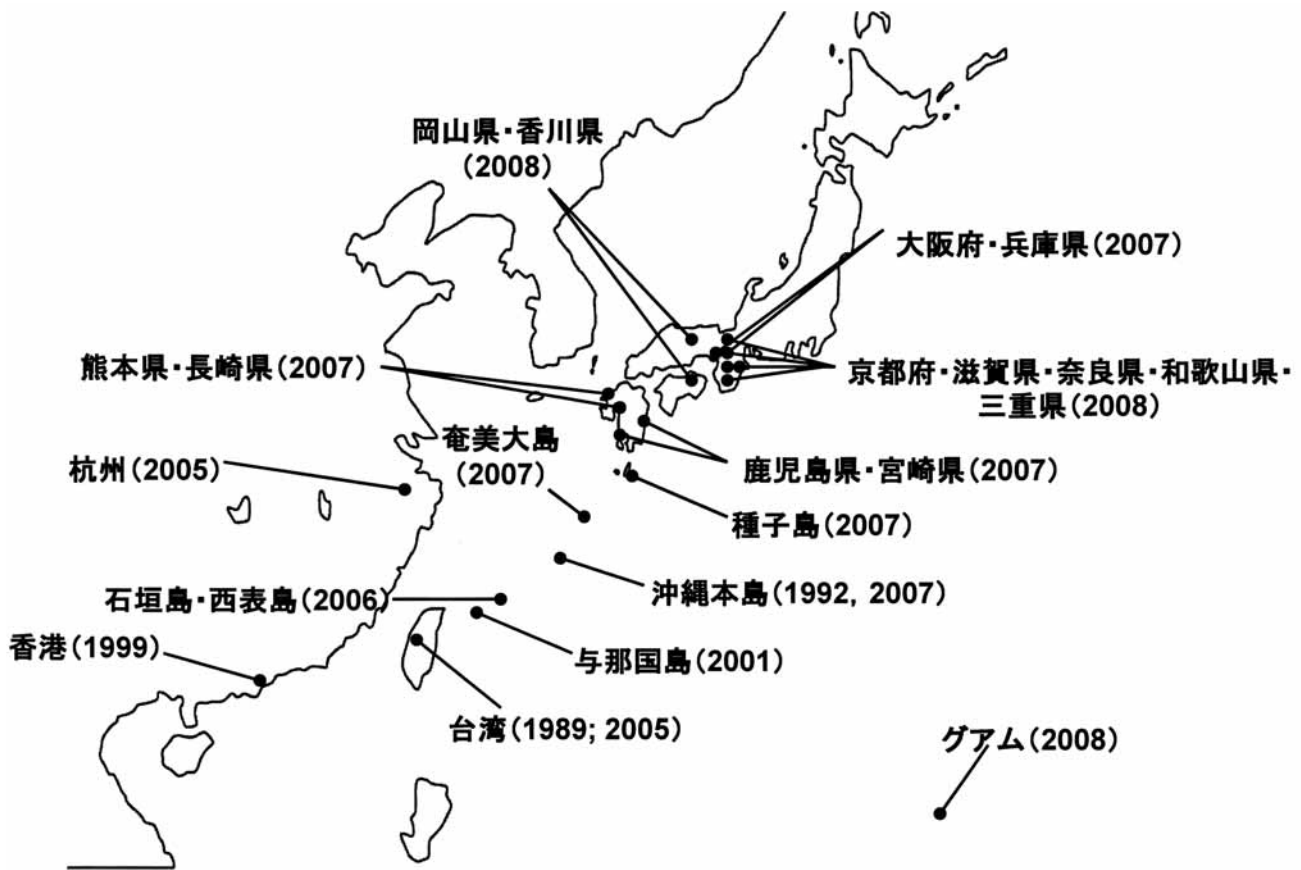


図-1 日本周辺地域におけるクロマダラソテツシジミの主な文献記録年

♀29, 不明2) の成虫の発生を確認した。産卵数は確認していないが、死亡個体もかなりあると考えられるため、産卵能力はこれまでの報告どおりかなり高いと推察される。

③ 卵

形は円形で、直径0.3~0.5mm、卵の表面に小さな粒がある。色は薄緑色で、開葉前に若葉の葉柄の側面や下面、若葉の葉裏に単独で産卵される。

④ 幼虫

最終齢で、体長9~13mm、体幅3~4mmである。体色は赤茶色や黄緑色で、若齢幼虫は、若葉の表面より葉肉内に穿入し、髓を食害する。また、中齢以降の幼虫になると、カールした若葉の内側や展開した葉の裏側に止まることが多い。また、アリとの共生関係も知られている。

⑤ 幼虫の食性

ソテツ科Cycadaceaeでは、ソテツのほかに*Cycas circinalis*, *C. kennedyana*, *C. micronesia*, *C. pectinata*, *C. rumphii*, *C. taitungensis*, *C. taiwaniana*, *C. thouarsii*や温室内のオニソテツ類*Encephalatos transvenosus*, *E. villosus*を食べるなどの報告もある。また、ソテツの葉以外にも、ソテツの実、サゴヤシ、マメ科の*Bauhinia retusa*, *B. variegata*, *B. vahlii*, *Xylia dolabriformis*, インゲンマメやクリを食するとの報告もある。これらのことから自然状態でもソテツ以外の植物を食べている可能性がある。その他、共食いが確認されている。

⑥ 蛹

体長7~12mm、体幅3~4mmである。体色は褐色で、休眠芽や果実・落葉痕の綿毛の中、成葉の裏側、

根際の石の間などに入り、蛹化する。

⑦ 生活環

24～26℃下の状態で卵は2～4日、幼虫は10～15日、蛹は6～8日のサイクルで、年6～7世代発生し、蛹で越冬する。

幼虫は羽化後、約1時間から3齢前期まで若葉を食害し、3齢後期から4齢期以降は食害をせず、基部に集まり蛹になる。

成虫は午前9時30分～午前10時30分に最も活動する。

また筆者の一人岩が奄美大島でポット苗の高さ20cmのソテツ上の新葉上に4齢幼虫5頭をのせ、人工気象器 (BIOTRON LH300, 日本医化器械製作所) で、15℃, 24L-0Dの条件で観察したところ、47～48日後、成虫にととなった。このように、4齢幼虫から成虫になるまで時間がかかったのは、飼育条件が悪かったからと想像される。しかし、悪条件でも生存できることの証でもある。

6. 防除対策

中国では、以下の農薬の有効性が述べられている。

①クロルピリホス48%乳剤 (中国名: 乐斯本乳油) を2000倍希釈又はDDVP80%乳剤 (ジクロルボス中国名: 敌敌畏乳油) を1000倍希釈の散布により、幼虫が2日以内に95%以上死亡。

また、フェンバレレート20%乳剤 (中国名: 菊酯乳油) を2500～3000倍希釈、フェンプロパトリン20%乳剤 (中国名: 甲氧菊酯乳油) を800～1000倍、オメトエート40%乳剤 (中国名: 氧化乐果乳油) を800～1000倍希釈の散布もよい。

②シペルメトリン50%乳剤 (商品名: アグロスリン, 中国名: 氣氣菊酯乳油) を500倍希釈し、5分以上浸せば効果がある。

なお、防除を効率的に行うには①ソテツの開葉前を把握し、合理的な処置により成虫を抑える。②発生ピーク時に農薬防除を行うことが重要である。

しかし、日本では①について樹木類での農薬登録されていないため使用できない。また②も、日本では、サカキ・ヒサカキしか農薬登録されていないな



写真-4 薬剤散布をして、幼虫を死亡させた元気なソテツ

どの問題点がある。

なお、筆者の一人岩は、2008年9月から10月にかけて、奄美市笠利町のソテツ試験地において、トレボン1000倍及びダントツ1000倍を散布し、幼虫の死亡を確認した。

また、ソテツ生産者の畑において、若葉を確認した直後、3日～4日おきにトレボン1000倍を散布したところ、一定の効果は確認できたものの、まだ実用の段階には至っていない (写真-4)。

この他、*Billusac thuringiensis kurstaki* (BT剤: パチルス・チューリンゲンシス菌のクルスターキ株) を使用した生物由来農薬で効果ありとの報告もある。

7. 奄美大島での現状

筆者の1人岩の勤務地の奄美大島での現状を簡単に報告しておこう。

奄美大島の龍郷町では、2008年7月16日に成虫を確認したが、2008年12月3日以降、成虫は確認していない。奄美大島では、2007年に発生したクロマダラソテツシジミの越冬の可能性は低いものの、クロマダラソテツシジミの越冬が確認された杭州市や鹿児島市の南に位置する龍郷町において、2008年に発生したクロマダラソテツシジミが越冬し、2009年の春、食害を開始する可能性があるため、現在、幼虫や蛹の存在について確認中である。その一方、クロ

マダラソテツジミによる被害の拡大はますます進むものと考えられ、森林病害虫としての位置付けを確実にするためにも、島民の多くから要請のある安全かつ効果的な防除方法について、本種の生態を十分に調査し、早急に確立する必要がある。

8. おわりに

以上のように、過去の文献などを整理して、クロマダラソテツジミの分類、分布、生態などの基礎的知見を得た。そして、日本におけるクロマダラソテツジミについては、迷蝶としての記録が多く、生態について十分な調査はあまり行われていないことがよく理解できた。海外、特に中国では農薬による防除が行われているが、日本にそのまま導入するのは無理である。安易な農薬使用は避けるべきで、

この点については農薬の安全性を最優先に推し進めていく必要がある。また、アリとの共生関係にあるため、生物間相互作用から得られる指針についても検討すべきであろう。更に本種の移動分散方法についても精査すべきであろう。

参考文献

- 穂山浩平 (2007) ソテツ切り葉の商品化技術の確立。奄美群島振興開発事業－林業資源活用調査事業報告書－：1～15。
北村四郎・村田源 (1979) 原色日本植物図鑑・木本編Ⅱ。保育社，455～456。
三橋 渡 (2008) 私信。

(2009. 3. 20 受理)

論文

ヒマラヤスギのペスタロチア病 (新称)

小川道子¹・小林享夫²・夏秋啓子³・古川聡子⁴

1. はじめに

2006年9月から10月にかけて、東京都世田谷区太子堂の民家の塀際に並んで植栽されているヒマラヤスギ〔*Cedrus deodora* (Roxb.) Loud〕の新梢が、点々と褐変して萎凋しているのが認められた。ヒマラヤスギでは台風に伴う潮風による新梢の萎凋がしばしば観察されるが、その場合は風に向いている側の新梢のみが萎凋し裏側はなんともないのが普通である。今回の場合はこのような規則性はなく、不規則に点々と新梢の萎凋が見られた(写真-1)。同様の被害は翌2007年9月にも発生した。

ヒマラヤスギはマツ科の導入針葉樹で大木になるため広い敷地のある公園や学校、工場などに植栽されているが(杉本, 1987; 吉田, 2005)、普通の民家の庭での列状植栽は珍しい。大木になるので毎年剪定をしているようで、多量の小枝と新梢が密生していた。萎凋している枝梢を採取して持ち帰り組織分離と菌体形成の探索を行ったところ、いずれにおいても*Pestalotiopsis*属菌が検出された。

ヒマラヤスギには菌類病としては5種類が知られているのみで(日本植物病理学会, 2000)、*Pestalotiopsis*属菌による病気の記録はない。そこで接種による病原性の確認と病原菌の種の同定を行い、新病害として登録することとした。

2. 病・標徴

盛夏を過ぎる頃から発生が見られる。当年新梢の頂端あるいは頂部から10~20cm下部の茎の部分が、淡褐色に変色し巻き枯らし状になってその上部の新梢は急速に萎れまもなく赤褐変して枯れ、やがて乾固する(写真-1, 2)。時に巻き枯らし部はやや膨れて小さい癌腫状になる。萎凋枯死した新梢の基部の部分およびその周りの萎れた針葉上には微小な隆

起を生じ、その頂部より黒色の小粘塊、時には糸状の粘塊(分生子の塊, 孢子角)を押し出す(写真-3)。枯死新梢は乾固したまま長く着生しているが、冬の間折れて落ちる。一部は残っているようであるが、初夏からの新梢の繁茂によりほとんど確認出来ない。

3. 分離・培養

菌体が形成されていない萎凋新梢の健全部との境界付近とその周りの萎れた針葉を3mmの長さに切り取り、1%次亜塩素酸ソーダに1分間浸漬して表面消毒をした後、滅菌水で2回洗浄してからPSA (Potato sucrose agar) 平板培地に5片ずつ置床し、20°Cの定温器に保った。約10日~2週間後に分離片から伸長してきた菌糸をPSA試験管斜面培地に移植した(組織分離法=表面殺菌法, 佐藤ら, 1983)。

また、組織片をガーゼにくるんで輪ゴムでとめ、ビーカーに入れて水道の蛇口下で1時間流水洗浄した後、滅菌水で1回洗い滅菌ろ紙上で余分な水分を除いてからPSA平板培地に5片ずつ置床、20°Cの定温器に保ち、上記と同様に生育してきた菌糸をPSA試験管斜面培地に移植した(流水洗浄法, 小林ら, 1974)。

また菌体が形成されているものは、針で孢子塊を掻き取り、素寒天平板培地 (Water agar or plane agar) に塗布し、一晚20°Cに保ち、翌日発芽している分生子を一つずつPSA斜面寒天培地に移植した。

組織分離では表面殺菌法、流水洗浄法とも高率に*Pestalotiopsis*属菌の1種が分離された。この培養菌叢は単孢子から分離された*Pestalotiopsis*属菌のそれに良く似ていた。両者とも菌叢上に黒色の分生子粘塊を形成した。

Pestalotia disease of Himalayan cedar, *Cedrus deodora*, a new record from Japan

¹OGAWA, Michiko, 埼玉県川越市菅原町; ²KOBAYASHI, Takao, ³NATSUAKI, Keiko, 東京農業大学国際農業開発学科;

⁴FURUKAWA, Toshiko, 首都大学東京大学院理工学研究科

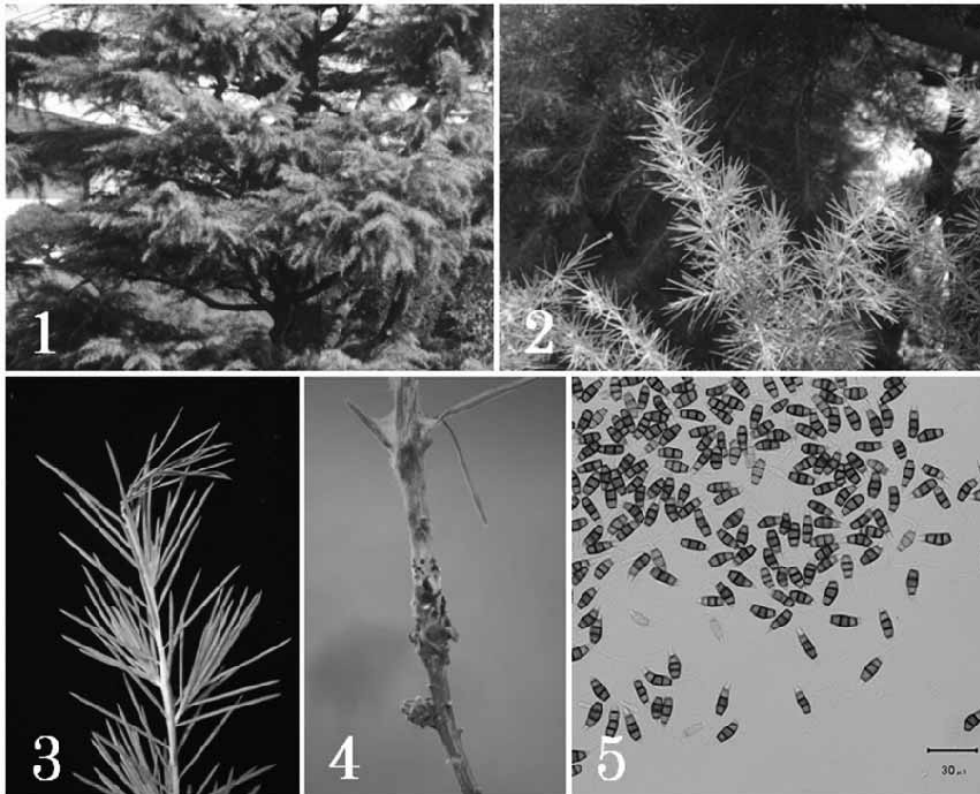


写真-1～5 1：ヒマラヤスギ庭木に発生した新梢の萎凋症状（東京都世田谷区，2006年9月）。2：ヒマラヤスギ新梢萎凋症状（拡大）。3：萎凋新梢の褐変針葉に微小黒点（分生子層）が並ぶ。4：接種発病した新梢の茎に形成された分生子層と黒色の分生子粘塊。5：病原菌 *Pestalotiopsis foedans* の分生子。

4. 病原性の確認

分離菌の病原性を確認するため接種試験を行った。ヒマラヤスギの苗木が入手困難のため、東京農工大学の構内にある成木の下枝の新梢部を切り取り、実験室で新梢1本ずつを切り戻しをしてそれぞれフラスコに水挿しして供試した。

(1) 2007年6月14日に接種源は培養菌叢上の分生子塊とし、かきとって脱脂綿に塗りつけ無傷あるいは有傷とした新梢の基部に巻き付けた。有傷区は接種部を焼いた柄付き針で新梢基部を数回刺して焼き傷を付けた。対照無接種区は分生子塊の代わりに滅菌水をすいとった脱脂綿を用いた。無傷・有傷区ともそれぞれ接種綿はパラフィルムで巻いて保護し、接種新梢全体はビニール袋をかぶせ、すそを輪ゴムで閉じた。

(2) 2007年6月14日に、上記とは別に、やや伸び

て木化した新梢の基部近くの脇芽を1箇所切り取って培養菌叢の貼り付け接種と分生子塊の塗りつけ接種を行った。接種は切り取った痕の傷そのままの有傷接種と、切り取った痕を熱したメスで焼き傷をつけた焼傷接種とした。対照無接種区は傷口に滅菌水を吸い取った脱脂綿とした。接種後は(1)と同様に全体を温室に保った。

(3) 2007年11月6日に菌叢を接種源として(1)と同様に無傷・有傷区を設けて接種した。

これらの接種試験の結果を総合して示したのが表-1である。また、接種結果の一部を写真-4に示した。

表のように、6月接種では試験(1)(2)とも発病が見られたが、11月接種ではどの接種区でも全く発病が見られなかった。接種別では有傷接種区が57%、無傷接種区は供試本数が少なかったがそれぞれ50%の

発病率を示した。また分生子塊の接種も菌叢の接種もとくに発病率に差は見られなかった。発病枝には萎凋後病患部に接種菌と同一形態の分生子層と分生子の形成が認められた。その分生子からの培養菌叢は接種菌のそれと同様であり、菌叢上に形成された分生子の形態は接種菌のそれと同様であった。

このことから、世田谷区太子堂で発生したヒマラヤスギの新梢萎凋は、被害枝梢から分離された *Pestalotiopsis* 属菌によるものと考えられる。

なお、対照無接種の有傷区で2本の発病枝がでて、そこに形成された *Pestalotiopsis* 属菌が接種菌のそれと同じ形態を示したため、この *Pestalotiopsis* 属菌がもともとヒマラヤスギの針葉や樹皮組織内に内生的に存在している可能性が考えられた。そこで供試ヒマラヤスギの新梢の針葉、緑色茎、および褐色茎の樹皮からそれぞれ内生菌の検出を試みた。結果は表-2のとおりで、どの部位からも *Pestalotiopsis* 属菌は検出されなかった。

有傷接種の対照区の一部が発病し、その上に接種に用いた菌と同様の *Pestalotiopsis* 属菌の菌体が形成された原因は、恐らく内生していたものではなく、接種作業中の人為的汚染によるものと推測された。

5. 供試した分離 *Pestalotiopsis* 属菌の種の同定

被害枝梢から分離し接種に用いた *Pestalotiopsis* 属菌の菌体は、針葉あるいは新梢の茎の表皮下に分生子層を形成し、成熟すると表皮を裂開して黒色の分生子粘塊を露出あるいは巻き髭状に押し出す。分生子は横4隔壁5細胞、大きさ16.2~26.3×5~8.8μm、上下両端細胞は無色でやや小さく円錐形、中間3細胞は有色で、長さ12.5~16.3μm、上2細胞は褐色、下1細胞は淡褐色と色が異なる(異色~淡)。頂端細胞の頂部に(2)3(4)本の毛状~糸状の付属糸を有し、長さ12.5~27.5μm。基部細胞の末端に短針状の付属糸を持つ(写真-5)。

この形態をGuba (1961), Steyaert (1949) および周藤・小林 (1995) により検索すると、 *Pestalotiopsis foedans* に該当した。本分離菌と、接種部

表-1 分離 *Pestalotiopsis* 属菌の病原性

接種時期	菌接種		対照無接種	
	無傷	有傷	無傷	有傷
1997年6月 (1)+(2)	2/4	14/24	0/3	2/13
1997年11月 (3)	0/5	0/5	0/3	0/3

表-2 ヒマラヤスギ健全枝梢よりの菌類検出

検出部位	検出菌
茎 (木部)	<i>Cladosporium</i> sp., <i>Nigrospora</i> sp., <i>Penicillium</i> sp.
〃 (皮層)	<i>Alternaria</i> sp., <i>Colletotrichum</i> sp., <i>Phaeoseptoria</i> sp., <i>Phaeospora</i> sp., <i>Phomopsis</i> sp., <i>Septoria</i> sp., 担子菌の一種
針葉	<i>Phoma</i> sp., <i>Phomopsis</i> sp.

表-3 ヒマラヤスギから分離した *Pestalotiopsis* 属菌の形態比較

	分生子本体	色細胞長	頂部付属糸	
接種源	16~26×5~9	12.5~16.3	2~4本	12.5~27.5
再分離	17~29×4~7.5	12.5~19	2~4本	12.5~31
周藤他 (1995)	18~27×5.3~7.5	13~17	2~4本	8~31

から再分離した *Pestalotiopsis* 属菌の測定値と、周藤・小林 (1995) の測定値とを表-3に比較した。

表-3に見られるとおり、これらの測定値は互いにほぼ一致し、ヒマラヤスギの新梢の萎凋を原因する菌を *Pestalotiopsis foedans* (Sacc. et Ellis) Steyaert と同定した。

なお我が国のみならず海外においても、今までヒマラヤスギには *Pestalotiopsis* 属菌による病害の記録はない。我が国では他の針葉樹上の *Pestalotiopsis* 属菌による病名に「ペスタロチア葉枯病」が用いられているが(日本植物病理学会, 2000; 2008; 高橋・小林, 1998), ヒマラヤスギの場合は新梢の茎が侵される萎凋症状が主であることから、「ペスタロチア病」と呼ぶこととしたい。

6. 菌叢の生育と温度

約2週間前培養した *P. foedans* ヒマラヤスギ分枝の菌叢を径5mmのコルクボーラーで打ち抜き、

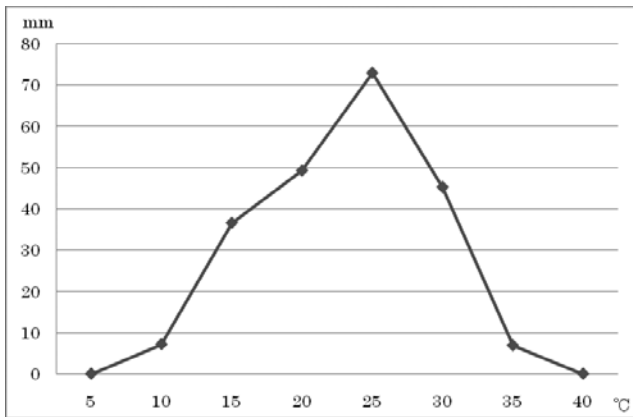


図-1 病原菌 *Pestalotiopsis foedans* の菌叢の生育と温度

ペトリ皿 (Ø90mm) のPDA平板培地の中央に移植し、5～40℃に設定したBio-multi-incubatorで培養した。各温度ペトリ皿5枚とし、最も生育の早い温度で菌叢がペトリ皿全面を覆うまで、48時間毎に菌叢の直径を計測した。図-1に示したように、本分離株は10日の計測期間内では10～30℃の間で生育し、25℃で最も生育が良好で、ついで20℃であった。30℃がそれにつき、15℃でも25℃に比べて60%前後の生育量を示した。35℃および10℃では生育はきわめて不良であり、40℃と5℃ではこの計測期間内では全く生育せず、本菌の生育温度範囲は25℃を中心として比較的狭いことが示された。11月接種で発病が見られなかったのは、恐らく気温が低かったためと思われる。

7. 要約

2006年および2007年の夏から秋に東京都世田谷区太子堂の民家に数本列状植栽されていたヒマラヤスギの新梢萎凋は、病組織および菌体(分生子)からの分離と、菌叢貼り付けあるいは分生子懸濁液の噴霧接種による病原性の確認、および分離菌の種の同定の結果から、*Pestalotiopsis foedans* (Sacc. et Ellis) Steyaertによる病害であることが明らかになった。現在まで内外においてヒマラヤスギ上に

*Pestalotiopsis*属菌の記録はなく、病害の報告もないことから、新たに「ペスタロチア病」とよぶことを提案した。

謝辞

本稿の写真および図の作成にあたって、東京農業大学大学院国際農業開発学専攻佐野真知子氏のご協力をいただいた。ここに記して心より感謝の意を表します。

引用文献

- Guba, E. F. (1961) Monograph of *Monochaetia* and *Pestalotia*. Harvard Univ. Press, Cambridge, 342p.
- 小林享夫・佐々木克彦・真宮靖治 (1974) マツノザイセンチュウの生活環に関連する糸状菌(I). 日林誌 56: 136~145.
- 日本植物病理学会編 (2000) 日本植物病名目録. 日本植物防疫協会, 東京, 857p.
- 日本植物病理学会編 (2008) 日本植物病名目録追録. 日本植物病理学会, 東京, 151p.
- 佐藤昭二・後藤正夫・土居養二 (1983) 植物病理学実験法. 講談社サイエンティフィック, 東京, p.20.
- Steyaert, R. L. (1949) Contribution a l' etude monographique de *Pestalotia* de Not. et *Monochaetia* Sacc. Bull. Jard. Bot. Brux. 19: 285~358.
- 杉本順一 (1987) 世界の針葉樹. 井上書店, 東京, p.47.
- 周藤靖雄・小林享夫 (1995) 針葉樹のペスタロチア病(I). 病原菌の分類. 森林防疫 44: 70~78.
- 高橋幸吉・小林享夫 (1998) マツ類およびアカエゾマツの植木に発生したペスタロチア葉枯病. 樹木医学研究 2: 9~15.
- 吉田外司 (2005) ヒマラヤ植物図鑑. 山と溪谷社, 東京, p.769.

(2009. 2. 21 受理)

論文

マツカレハ幼虫を捕殺するコモ巻き周辺で越冬する昆虫類とクモ類

諸岡紗織¹・坂本友紀²・岸 洋一³

1. はじめに

樹木は食葉性害虫によって、成長阻害を受けたり、枯死したりする。マツ類ではマツカレハ (*Dendrolimus spectabilis*) が代表的であり、大きな被害を与える虫として江戸時代から報告されている。

マツカレハは、北海道南部以南の日本全土に分布し、マツ属のほかヒマラヤスギ属、モミ属などマツ科樹木を食害する。成虫は普通年1回の発生で7～8月に出現し、雌蛾はマツ葉上に産卵する。孵化した幼虫はマツ針葉を摂食して成長し、3～4回の脱皮の後11月頃、枝葉から降りて粗皮の間や地披物の下などで越冬する。3～4月頃樹上に登り摂食を再開し、7月に繭をつくり蛹化する。

マツカレハ防除法の一つに、幼虫の越冬習性を利用したコモ巻き法があり、江戸時代から今日まで庭園木や街路樹等で広く実施されている(写真-1)。すなわち、10～11月にコモを樹幹に巻き、枝葉から地上付近に降りてきた幼虫をコモ周辺(コモとコモ下の樹皮上)に集めて越冬させ、翌春幼虫が活動を

再開する前の2～3月にコモを採取し、焼却などによりコモ周辺の幼虫を殺す。低木のマツで調査したところ、マツカレハ幼虫の僅か2%が針葉上で、98%はコモ周辺で越冬したので、コモ巻き法はマツカレハに対する効果的な防除法として報告された(佐々木ら, 1962)。

近年、マツカレハは大量に発生しなくなったためか、コモ周辺でのマツカレハ幼虫観察数は少なくなり、コモ巻き法を批判するマスコミ報道が散見される。しかし、山口県におけるマツ樹幹で越冬するマツカレハなどの生物相の調査により、コモ巻き法はマツカレハ防除にやはり有効と再評価された(吉村ら, 1995)。現在、慣行的にまたは冬の風物詩として、コモ巻きを行う庭園木、街路樹等が多い。

本研究では、山口県での調査十数年後の東京都の公園緑地において、コモ周辺で越冬する生物、特に昆虫類・クモ類の生息状況を調査した。その結果、マツカレハ防除のためコモ巻きの設置および翌春の焼却は、生物相保護の観点から再検討されるべきと考えられた。同様の調査事例は少ないので、ここに報告する。

本研究を行うにあたり、東京大学大学院農学生命科学研究科の宮下 直准教授に、クモ類の同定を指導して頂いた。東京農工大学農学部森林資源管理学研究室的の皆様、コモの回収やコモ周辺の昆虫類・クモ類の調査に協力して頂いた。浜離宮恩賜庭園、殿ヶ谷戸庭園の各管理事務所には、春先の焼却前にコモを恵与して頂いた。ここに記し厚く御礼申し上げます。

なお本文の内容は、東京農工大学農学部卒業論文として、既に発表されている(諸岡, 2003)。



写真-1 コモ巻き

2. 調査方法

1) 調査地の概況

浜調査地（浜離宮恩賜庭園調査地の略）は、東京都中央区にあり、市街地に囲まれ、東京湾に面する。面積は約25haである。管理事務所での聞き取り調査によると、園内のほとんどのマツ類に対し、恐らく開園当初（寛永6年、1709年）からコモ巻きは行われている。

殿調査地（殿ヶ谷戸庭園調査地の略）は、東京都国分寺市にあり、市街地に囲まれている。面積は約2haである。管理事務所での聞き取り調査によると、園内の半数程度のマツ類に対し、おそらく開園当初（大正6年、1917年）からコモ巻きは行われている。

府中調査地（東京農工大学農学部府中キャンパス調査地の略）は東京都府中市にあり、市街地に囲まれている。面積は約28haである。コモ巻き実施の記録はない。

2) 調査木

各調査地において、クロマツまたはアカマツの調査木を無作為に選んだ。調査木の樹種、本数、平均胸高直径と平均樹高を表-1に示す。浜調査地はクロマツが94%、殿と府中調査地はアカマツが84~85%を占めていた。なお、調査木樹幹の胸高付近には、コモ（45cm×180cm）が通常二重に巻かれていた。

3) 方法

浜、殿調査地においては、コモ巻きは2001年10月の霜降の日前後に行われ、2002年3月の啓蟄の日に除去される。そこで、2002年2月に浜、殿調査地の調査木からコモを回収してビニール袋に入れ、研究室に持ち帰った。温かい室内にビニール袋を1~2日放置した後袋を開き、活動が活発になった昆虫類・クモ類を吸虫管やピンセットを用いて採集してメタノール入り管瓶に入れた。コモ巻き下の樹皮表面で越冬していた昆虫類・クモ類は、コモ巻き回収時に採集して管瓶に入れた。コモ周辺で昆虫類、特にマツカレハ幼虫の死亡個体も探索した。後日調査木毎に管瓶内の採集個体の種名を同定し、頭数を記録した。

府中調査地において、園芸用に市販されているコモを半分（45cm×180cm）に切断し、2002年11月にマツ樹幹に巻きつけた。2003年2月に全調査木からコモを回収し、浜、殿調査地と同様にコモ周辺の昆虫類・クモ類を採集し、種名と頭数を記録した。

3. 結果および考察

コモ周辺で越冬する昆虫類とクモ類の種名と個体数を表-2に、コモ1枚当たりのそれらの個体数を表-3に示す。なお、採集個体数1~9頭の種は、昆虫類はマツカレハを除き17科25種を、クモ類は8科10種を一括して表に記入したが、科名まで同定できなかったチョウ目、ハエ目、甲虫目等の小型幼虫42頭は、表に記入しなかった。総捕獲数3,776頭の内、昆虫類は1,172頭（31%）、クモ類は2,604頭（69%）と、クモ類が多数を占めた。以下、重要種を中心に述べる。

1) マツカレハ

3調査地135調査木のコモ周辺に、26科1,172頭の昆虫類が越冬していた。マツ類の明らかな害虫はマツカレハ幼虫のみであったが、2002年および2003年に合計7頭しか捕獲されなかった。なお、マツカレハ幼虫の捕食者として知られるヤニサシガメやクモ類も、コモ周辺で多数越冬していたが、それら捕食者によるマツカレハ幼虫の死亡個体は、ほとんど確認されなかった。

表-1 調査木

調査地	樹種	本数 (コモ数)	胸高直径 平均(cm)	樹高 平均(cm)	コモ設置期間
浜	クロマツ	47	28.0	6.1	2001/10
	アカマツ	3	24.7	4.7	~2002/2
殿	クロマツ	9	33.0	7.1	2001/10
	アカマツ	51	39.4	10.5	~2002/2
府中	クロマツ	4	42.4	8.8	2002/11
	アカマツ	21	50.2	11.7	~2003/2

表-2 マツ樹幹に巻かれたコモおよびコモ下の樹皮上で越冬する昆虫類とクモ類の個体数

種名	浜調査地		殿調査地		府中調査地		合計
	コモ	樹皮	コモ	樹皮	コモ	樹皮	
Insects (昆虫類)							
Blattidae (ゴキブリ科)							
<i>Periplaneta japonica</i> (ヤマトゴキブリ)	2	10	0	0	1	5	18
Japygidae (ハサミコムシ科) の1種	4	3	2	5	0	0	14
Mogoplistidae (カネタタキ科) の1種	5	2	2	1	0	0	10
Aphrophoridae (アワフキムシ科)							
<i>Tilophora flavipes</i> (マツアワフキ)	2	1	15	1	4	2	25
Reduviidae (サシガメ科)							
<i>Velinus nodipes</i> (ヤニサシガメ)	95	481	81	228	2	41	928
Pentatomidae (カメムシ科)							
<i>Halyomorpha halys</i> (クサギカメムシ)	1	0	3	3	0	9	16
<i>Menida musiva</i> (ナカボシカメムシ)	0	0	6	4	0	0	10
Acanthosomatidae (ツノカメムシ科)							
<i>Sastragala esakii</i> (エサキモンキツノカメムシ)	1	1	0	1	5	9	17
Coccinellidae (テントウムシ科)							
<i>Illeis koebelei</i> (キイロテントウ)	4	1	12	5	4	2	28
<i>Harmonia axyridis</i> (ナミテントウ)	3	3	4	3	0	1	14
<i>Calvia decemguttata</i> (シロホシテントウ)	5	3	2	0	1	0	11
Lasiocampidae (カレハガ科)							
<i>Dendrolimus spectabilis</i> (マツカレハ)	1	2	0	2	2	0	7
25species (17families) of 1~9 bodies	8	1	13	16	12	7	57
小計	131	511	143	276	31	80	1,172
Spiders (クモ類)							
Agelenidae (タナグモ科)							
<i>Coelotes exitialis</i> (クロヤチグモ)	0	1	0	0	1	10	12
Clubionidae (フクログモ科)							
<i>Clubiona jucunda</i> (ヤハズフクログモ)	61	341	16	76	1	18	513
<i>Clubiona vigil</i> (ムナアカフクログモ)	27	26	4	0	4	2	63
<i>Phrurolithus</i> sp.	26	0	45	0	1	2	74
Philodromidae (エビグモ科)							
<i>Philodromus auricomus</i> (キンイロエビグモ)	344	20	730	30	69	2	1,195
<i>Philodromus spinitarsis</i> (キハダエビグモ)	24	7	41	60	24	12	168
Thomisidae (カニグモ科)							
<i>Coriarachne fulvipes</i> (コカニグモ)	52	7	13	5	14	1	92
<i>Bassaniana decorata</i> (キハダカニグモ)	36	10	2	1	3	2	54
Salticidae (ハエトリグモ科)							
<i>Carrhotus xanthogramma</i> (ネコハエトリ)	77	217	31	67	1	0	393
<i>Plexippus setipes</i> (ミスジハエトリ)	0	3	2	0	3	3	11
10species (8families) of 1~9 bodies	9	2	12	0	6	0	29
小計	656	634	896	239	127	52	2,604
合計	787	1,145	1,039	515	158	132	3,776

皇居前広場の低木（樹高4～6m）のマツ1本当たり1953～1961年に年平均27頭、檀原神宮の高木（樹高12～25m）のマツ1本当たり1964年に平均140頭のマツカレハ幼虫が、コモ巻き法で捕獲されているので（佐々木ら，1962；山中，1964），本調査のマツ1本当たりの平均捕獲数0.06は極めて少数であった（表-3）。なお，山口県の204本のマツに設置されたコモ巻きを含む3種類のトラップから，主に1986～1990年に延べ101頭の少数捕獲例が報告されている（吉村ら，1995）。

林業統計要覧（林野庁編，1964；1973；1982；1991；2000；2007）によると，法定森林病害虫等に指定されたマツカレハ被害は毎年記録されている。全国の年間被害面積は，1951～1975年には11～72千haに及んだが，1976～1990年は1～7千ha，1991年は0.2千ha，1992～2005年は0.0～0.1千haに激減している。このように近年激減した被害面積-激減したマツカレハ個体数-が，コモ巻き法によるマツ1本当たりマツカレハ幼虫捕獲頭数の激減に影響したと推察された。

2) ヤニサシガメ

サシガメ類は，マツカレハなどのチョウ目幼虫，シラホシゾウムシ属成虫，カラマツアカハバチ幼虫

表-3 コモ（樹皮上を含む）1枚当たりの昆虫類およびクモ類の越冬数

調査地		浜	殿	府中	平均
捕獲昆虫類		12.84	6.98	4.44	8.09
内訳	マツカレハ	0.06	0.03	0.08	0.06
	ヤニサシガメ	11.52	5.15	1.72	6.13
	その他	1.26	1.80	2.64	1.90
クモ類		25.80	18.92	7.16	17.29
内訳	キンイロエビグモ	7.28	12.67	2.84	7.60
	ヤハズフクログモ	8.04	1.53	0.76	3.44
	ネコハエトリ	5.88	1.63	0.04	2.52
	その他	4.60	3.09	3.52	3.74

等の捕食者として古来報告されている（井上，1951；森本，1993；滝沢，1957）。マツカレハ幼虫に対する捕食能力は実験されていないが，ヤニサシガメはマツカレハ幼虫の捕食者として本文では扱う。

ヤニサシガメは，同定された昆虫類1,172頭の内79%（928頭）を占め，コモ周辺で越冬する昆虫類の内最多の種であった。ヤニサシガメ928頭のうち750頭（81%）はコモ下の樹皮上で，178頭（29%）がコモ（内部と表面）で採集され，コモ下の樹皮上での越冬個体が多かった。なお，マツ1本当たりのヤニサシガメ平均捕獲数は6.13頭であったが，調査地間で1.72～11.52頭と差異があった（表-3）。

3) クモ類

3調査地135調査木のコモ周辺に，13科2,604頭のクモ類が越冬していた。同定されたクモ類2,604頭の内，キンイロエビグモは46%（1,195頭）を占め，コモ周辺で越冬するクモ類のうち最多の種であり，ヤハズフクログモは20%（513頭），ネコハエトリは15%（393頭），キハダエビグモは6%（168頭）を占めた。これら4種のクモは何れも，山口県における調査で多数捕獲されたクモの上位5位以内に入ったので（吉村ら，1995），マツ樹幹に巻かれたコモ周辺で越冬するクモ優占種に，東京都と山口県間で差異は少なかった。

キンイロエビグモの96%はコモ（内部と表面）で，ヤハズフクログモの85%とネコハエトリの72%はコモ下の樹皮上で採集され，好む越冬場所は種によって異なった。なお，コモ1枚当たりのクモ捕獲数は，ヤハズフクログモとネコハエトリは浜調査地で，キンイロエビグモは殿調査地で最も多く，最多の種は調査地間で異なった。

4. まとめ

マツカレハの年度別全国被害面積は，一時期数万haに達したがその後激減を続け，1992～2005の14年間は0.0～0.1千haと極めて少ない。東京都の3調査地においてコモ1枚（マツ1本）当たりの越冬生物の平均個体数は，マツカレハ幼虫は0.06頭と極めて少なく，マツ生立木を枯らすような個体数でな

かった。一方、捕食者のヤニサシガメは6.13頭、クモ類は17.29頭であり、単純に計算するとマツカレハ幼虫1頭当たり捕食者は390.33頭と多数生息していた。近年マツカレハの発生は極めて少なく、コモ周辺には捕食者を中心とした生物が多数生息しているので、マツカレハ防除のためのコモ巻きはマツカレハが異常発生した林分に限るべきである。また、コモ巻きによる防除を実施する場合でも、コモ周辺の生物を皆殺ししない措置が焼却前に必要であろう。

引用文献

- 井上元則 (1951) 林業害虫防除論上巻. 200pp, 地球出版, 東京.
- 森本 桂 (1993) シラホシゾウムシ属. 森林昆虫 (小林・竹谷編), pp. 156~158, 養賢堂, 東京.
- 諸岡沙織 (2003) コモ巻き法の評価. 平成14年度東京農工大学農学部卒業論文, 48pp.
- 林野庁編 (1964) 主要森林有害動植物による被害状況. 林業統計要覧 1964 : 175.
- 林野庁編 (1973) 法定森林病虫害等による被害. 林業統計要覧 1973 : 36.
- 林野庁編 (1982) 法定森林病虫害等による被害. 林業統計要覧 1982 : 32.
- 林野庁編 (1991) 法定森林病虫害等による被害. 林業統計要覧 1991 : 27.
- 林野庁編 (2000) 法定森林病虫害等による被害. 林業統計要覧 2000 : 27.
- 林野庁編 (2007) 法定森林病虫害等による被害. 森林・林業統計要覧 2007 : 57.
- 佐々木巖・草部博志・永井 進 (1962) こも巻の効果とこも巻事業について. 森林防疫ニュース 11 : 114~116.
- 滝沢幸雄 (1957) カラマツアカハバチに就いて(II) 生態及び生活史. ニュー・エントモロジスト 6 (2・3) : 17~29.
- 山中省三郎 (1964) 檀原神宮における松毛虫の捕殺について. 森林防疫ニュース 13 : 227.
- 吉村仁志・木上昌己・矢野宏二 (1995) バンドトラップで捕獲されたマツ害虫とその天敵昆虫とクモ: コモ巻き法の再評価. 日本昆虫学会誌 63 : 897~909.

(2009. 2. 18 受理)

都道府県だより

シキミのフシダニ被害について

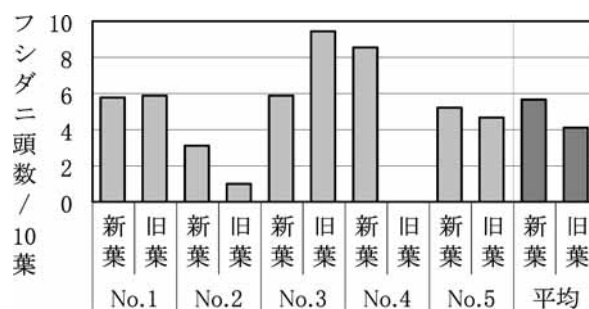
シキミの切り枝は仏事用供花として利用され、高知県では中山間地域の重要な換金作物として、県内各地で栽培されています。数年前から、シキミの旧葉にモザイク状に濃緑色の斑点が生じる被害（写真－1）がみられるようになり、生産者から林業事務所や森林技術センターなどにその原因と防除対策の相談が寄せられています。この被害葉は春の彼岸用として切り出した枝を水に浸けておくと病徴が出現するため商品とならず、その後、新葉が展開し新年枝が充実する時期まで出荷できないため、生産者にとって大きな減益となっています。

この被害は病徴がウィルス性症状を示すことから、モザイク病、紋々病、輪紋病などと称され、一部にはウィルスによるものと考えられていました。東京大学大学院准教授の山下修一博士は千葉、静岡、愛媛の3県産の病株について走査電子顕微鏡で形状を観察・比較したところ、3タイプのフシダニを検出しています。また、実体顕微鏡でフシダニ寄生の確認された罹病葉を健全なシキミ苗に固定する簡易な接種方法で被害を再現しており、本病はフシダニが関与するものと思われ、ウィルス粒子も検出されないことから、その毒素に起因すると推定しています（2003、シキミのサビダニ類、植物防疫）。

2005年5月に県西部の高岡郡津野町のシキミ栽培地において現地調査を行ったところ、全株で被害がみられました。そこで6月に病株5本からそれぞれ5枝を採取し、フシダニの寄生確認調査を行いました。被害葉の新葉と旧葉を実体顕微鏡により検鏡した結果、調査木5本全てからフシダニの寄生が確認されました（図－1）。なお、6月時点における被害症状は新葉ではみられませんでした。ほぼ全ての旧葉でみられました。本調査地の被害葉の写真画像を山下博士に送付し確認していただいたところ、病



写真－1 フシダニによる被害葉



図－1 シキミ10葉当たりのフシダニ確認頭数

徴からみると同じ被害症状のものであり、フシダニによる被害と推定しています。

この被害は、高岡郡津野町では現在までずっと続いており、また、県東部や北部にもみられ、シキミの生産者から早急にその対策が望まれています。そのため、当センターでは被害地の地理的分布や栽培環境、フシダニの発生活長および被害防除について、本年度より調査・研究に取り組んでいます。

（高知県立森林技術センター 森林経営課）

森林病虫獣害発生情報：平成21年3月受理分

虫害

(奈良県樹木医会・天野孝之)

〔マツバナタマバエ…奈良県 天理市〕

(森林総合研究所 窪野高德/牧野俊一/小泉 透)

壮齡アカマツ庭木, 2009年3月6日発見, 被害本数2本

林野庁だより

人事異動

(基本政策担当) 付)

平成21年4月1日付

→ 林野庁森林整備部研究・保全課森林保護対策室保護企画班担当課長補佐

猪島康浩 (林野庁森林整備部研究・保全課森林保護対策室長)

金口健司 (林野庁森林整備部研究・保全課森林保護対策室保護指導班担当課長補佐)

→ 秋田県農林水産部森林技監

中村毅 (林野庁国有林野部経営企画課課長補佐(総括))

→ 林野庁林政部林政課渉外広報班担当課長補佐
久保芳文 (環境省自然環境局野生生物課鳥獣保護業務室室長補佐)

→ 林野庁森林整備部研究・保全課森林保護対策室長

→ 林野庁森林整備部研究・保全課 森林保護対策室保護指導班担当課長補佐

尾前幸太郎 (内閣府参事官補佐(政策統括官(科学技術政策・イノベーション担当)付参事官

森林防疫ジャーナル

①森林総合研究所生物関連人事異動

平成21年3月31日付け

定年退職

楠木 学 (四国支所長)

退職

中牟田潔 (企画部研究情報科長)

→ 千葉大学教授

平成21年4月1日付け

大河内 勇 (研究コーディネーター; 生物多様性・森林被害研究担当)

→ 森林総合研究所理事 (研究担当)

藤田和幸 (東北支所長)

→ 研究コーディネーター (生物多様性・森林被害研究担当)

川路則友 (東北支所地域研究監)

→ 北海道支所長

田端雅進 (東北支所チーム長; 針葉樹病害担当)

→ 森林微生物研究領域微生物生態研究室長
佐橋憲生 (森林微生物研究領域微生物生態研究室長)

→ 森林微生物研究領域森林病理研究室長

大井 徹 (関西支所生物多様性研究グループ長)

→ 野生動物研究領域鳥獣生態研究室長

服部 力 (関西支所生物被害研究グループ長)

→ 関西支所生物多様性研究グループ長

衣浦晴生 (関西支所主任研究員; 生物被害研究グループ)

→ 関西支所生物被害研究グループ長

奥村栄朗 (四国支所主任研究員; 流域森林保全研究グループ)

→ 四国支所チーム長 (野生動物害担当)

中村充博 (東北支所主任研究員; 生物多様性研究グループ)

→ 野生動物研究領域主任研究員 (鳥獣生態研究室)

石原 誠 (九州支所主任研究員；森林微生物管理研究グループ)

→ 北海道支所主任研究員 (森林生物研究グループ)

長谷川絵里 (森林微生物研究領域主任研究員；森林病理研究室)

→ 関西支所支所主任研究員 (生物被害研究グループ)

高畑義啓 (関西支所主任研究員；生物被害研究グループ)

→ 九州支所主任研究員 (森林微生物管理研究グループ)

ベトナムの森林病虫獣害・いきもの多様性(3)

多様な食物としてのシカ、ヤマアラシなど

このシリーズの1に、ベトナムでは多くの野生動物が人の胃袋に入ってしまう可能性を書いた。特に広く好まれるのは、ヘビ、ヤギ (ヤギ肉店のはほとんどが飼育したものだが)、ヤマアラシのたぐいだろうか。ベトナム人の仏教への信心は厚く、旧正月はどの寺もお参りの人でにぎわう。そんなお参りの人であふれた寺の門前に、生々しい動物の肉がぶら下がっているのを何度か見た (写真-1)。シカに似ていたが正体はわからなかった。お寺の門前なのでギョッとしたが、おめでたいからごちそうを売る

のかもしいと思った。その後、プロジェクトサイトのホアビンの村の何軒かの農家が、この肉と同形の動物 (写真-2) を飼っているのを見てシカであることを確信した。森林でのシカの被害などは聞いたことがなく、食肉としても貴重なのだろう。ヤマアラシ (写真-3) も飼っている農家は多く、かなり大きな規模で養殖をやっている村もある。ヘビレストランでは様々なヘビを見ることができる (写真-4)。ベトナムで野生動物の姿が少ないのは、やはり人の食欲とも関係するのかもしれない。

(金子 繁)



写真-1～4 1. 寺の門前にぶらさがった動物の肉, 2. 農家で飼育されているシカ, 3. 農家で飼育されているヤマアラシ, 4. ヘビレストランに並べられた焼酎漬けコブラの仲間

樹木病害デジタル図鑑

発売中

(独)森林総合研究所 森林微生物研究領域／編集

緑化樹・造林樹木の主要な304病害, 897枚の画像を1枚のCDに収納
ひとつの病害について簡潔な症状等の記載と複数の被害・病徴写真で解説
対象: 樹木医, 現場の担当者, 研究者から自然愛好家まで

Windows 2000(Service Pack 3 以上) / XP / Vista, Mac OS X 10.3 / 10.4 日本語版対応
パソコンにInternet Explorerなどのインターネット閲覧ソフトがインストールされていることが必要です



定価: 3,000円(消費税込・送料別)(10部以上送料無料)

注文は、ファックスまたE-mailで防除協会まで

森林防疫 第58巻第3号(通巻第672号)
平成21年5月25日 発行(隔月刊25日発行)

編集・発行人 國井常夫
印刷所 松尾印刷株式会社
東京都港区虎ノ門 5-8-12
☎ (03) 3432-1321

定価 1,302円(送料共)
年間購読料 6,510円(送料共)

発行所 全国森林病虫獣害防除協会
National Federation of Forest Pests Management
Association, Japan
〒101-0047 東京都千代田区
内神田 1-1-12(コープビル)
☎ (03) 3294-9719 FAX (03) 3293-4726
振替 00180-9-89156
E-mail shinrinboeki@zenmori.org
<http://bojyokyokai.hp.infoseek.co.jp/>